Cimento «Liz» hidrofugado «N»

PRÓPRIO PARA

IMPERMEABILIZAÇÃO DE OBRAS

REBOCOS, FUNDAÇÕES, PAREDES, ETC.

Substitue com vantagem de ordem técnica e económica todos os impermeabilizadores conhecidos.

Em sacos de papel de 50 quilos

Peçam instruções para o seu emprêgo

Sede: Rua do Cais de Santarém, 64, 1.º — LISBOA
Filial: Rua de Santo António, 190-A, 1.º — PORTO

Agentes em todo o País

Baterias para Automóveis

Camions, Barcos, Aerodinamos, Etc.

A MARCA DE FAMA MUNDIAL

Indústria inteiramente nacional

Carregadas, prontas a funcionar

6 Volts 90 AH. — Esc. 650$00
6 Volts 100/110 AH. — Esc. 700$00

E MUITOS OUTROS TIPOS

Fabricadas e distribuídas pela:

Sociedade Portuguesa do Acumulador Tudor

ESCRITORIOS: Avenida Fontes Pereira de Melo, 12
LISBOA — Telefones 51947/8

VENDAS: Rua do Alecrim, 99—LISBOA—Telefone 20825

PILHAS SÊCAS ELÉCTRICAS

PARA LANTERNAS, SINALIZAÇÃO, TELEFONES, RÁDIO, APARELHOS DE SURDEZ, ETC.

Fabricadas e distribuídas pela:

Sociedade Portuguesa do Acumulador Tudor

ESCRITORIOS: Avenida Fontes Pereira de Melo, 12
LISBOA — Telefones 51947/8

VENDAS: Rua do Alecrim, 99—LISBOA—Telefone 20825

Distribuidores no Norte

EMÍLIO DE AZEVEDO CAMPOS, F.os

Rua de Santo António, 137—PORTO

COM UM
FOGÃO
A GAZ
NÃO HÁ MÁS
COZINHEIRAS
e 11
FÁBRICA PORTUGAL
PRAÇA DOS RESTAURADORES, 49-57 - TEL. 24948

o que conduz a uma equação tendo como única incógnita a altura que se pretende conhecer. Como a posição que se considera é a mesma (L constante) nas duas hipóteses, o processo consiste em exprimir a invariância, de uma para outra, do factor

$$A\,h^2$$

do valor da energia da vaga.

É claro que para aplicação do processo é a vaga dividida em troços limitados, para cada um dos quais se determinou a altura média.

Como fácilmente se vê, no caso da expansão frontal o processo corresponde a igualar as expressões que dão o valor da energia do troço da vaga limitado, nas sucessivas posições do seu avanço, entre cada duas normais à linha de crista, afim de obter as alturas médias que ele vai sucessivamente assumindo.

No caso da expansão lateral, os valores da energia a igualar para cálculo da altura média da vaga em determinada posição do seu avanço são, respectivamente: na hipótese de não existência da expansão, o que corresponderia ao troço que a alimentaria quando ela existisse; e na hipótese de existência da expansão, o correspondente ao troço da vaga afectada por esta (zona de alimentação e zona de expansão).

Ainda no caso de expansão lateral, para o traçado do diagrama contínuo de alturas da vaga expandida, admite Iribarren que êste diagrama é um arco de sinusóide. Se a expansão fôr total, o arco terá como ordenada máxima, no início da zona de alimentação, a altura da vaga antes de expandida; cortará o eixo das abcissas ao termo da zona de expansão (limite da agitação); e terá como ordenada a altura média calculada, no ponto correspondente ao início da expansão. Se a expansão fôr parcial, admite Iribarren a mesma localização para as ordenadas máxima e média e calcula-as do mesmo modo que para a expansão total.

Ê esta, em síntese que pareceu conveniente elaborar, a essência do método exposto nos dois artigos anteriores.

***

Antes de continuar, não deixará de ter interesse referir que observações organizadas e já iniciadas na baía de Cascais, com o intuito de verificar o grau de aplicabilidade do método à previsão das condições da baía sob temporal, levam a supor menos sujeitas a contingência as previsões relativas à configuração planimétrica da vaga do que as referentes às suas alturas após expansão.

Sem esquecer que, antes de permitirem conclusões de confiança, os métodos e as condições de observação carecem de ser aperfeiçoados e sem esquecer, tão pouco, que as determinações de altura da vaga são mais discutíveis do que as do traçado das respectivas linhas de crista, é curioso notar que as observações feitas conduzem à mesma conclusão — ainda rectificável como dizemos — do que a análise crítica da justificação do método aduzida pelo Autor ou do que a sua aplicação, mesmo em gabinete, a casos concretos estudados sôbre a carta.

Naturalmente as divergências encontradas são particularmente sensíveis na hipótese da expansão lateral.

Até que ponto pode a perplexidade resultante destas circunstâncias justificar, dentro dos limites que à prática interessam a desconfiança dos resultados da aplicação do método? É o que procuraremos examinar na última parte dêste trabalho.

***

Ainda antes de passarmos ao exame do caso da expansão lateral dupla, frequente nas aplicações e não considerado pelo Autor do método, convém fazer uma pequena anotação de interesse geral.

Quando, na aplicação do processo indicado para cálculo da altura média da vaga expandida, o troço de vaga a considerar na ausência de expansão não tenha altura constante, é evidente que o factor da respectiva energia cuja invariância se exprime deixa de ser $\frac{A^2 h}{\int_A h^2\,ds}$ para passar a ser o estendido ao desenvolvimento do troço em ques-

tão, designando ds o elemento de arco da linha de crista da vaga.

Sendo A' o desenvolvimento do troço da linha de crista da vaga expandida considerado, a respectiva altura média será, portanto, obtida da equação

$$\int_A h^2 \, ds = A' h'^2$$

A altura média calculada, $2h'$, será a altura duma vaga de altura constante que, num troço de comprimento igual ao do troço A' da vaga expendida, contivesse a mesma energia que ela.

***

Passemos então ao estudo da propagação de uma vaga sujeita ao fenómeno da *expansão lateral dupla.*

Designamos assim o processo da propagação duma vaga da qual, em certa altura do seu avanço e por fôrça da disposição planimétrica da costa ou obra, se destaca um troço em cada um de cujos extremos se inicia um processo de expansão lateral simples do tipo dos que foram anteriormente descritos.

O caso mais frequente daqueles em que a expansão lateral dupla ocorre é o que tem início quando a vaga atinge a secção de entre-testas de um porto abrigado por um sistema de dois molhes como se vê, caso corrente na prática das construções portuárias.

O processo pelo qual pretendemos abordar o estudo da propagação de uma vaga sujeita a expansão lateral dupla, como aliás o método de Iribarren de que constitui uma extensão, não pretende ser matemàticamente exacto, nem, tão pouco, houve ainda oportunidade de comprovar experimentalmente o rigor dos resultados a que conduz. No entanto, não deixa de representar algum progresso em relação aos processos de pura intuição ou de incerta comparação até hoje aplicados, ou mesmo em relação ao emprêgo indevido da fórmula de Stevenson, cujas condições de aplicabilidade, por demasiado restritas, raro se verificam e que, como se sabe, não têm em consideração a forma mas apenas certas dimensões planimétricas do recinto portuário.

Ao estudo das condições de propagação, na bacia abrigada do porto, de uma ondulação que atingiu a secção de entre-testas dos molhes com determinadas características, interessa o estabelecimento da configuração em planta da linha de crista nas sucessivas posições do seu avanço — «propagação em planta» — e o estabelecimento dos diagramas de alturas da vaga ao longo de cada uma dessas posições.

No que respeita à propagação em planta, os princípios que permitiram determiná-la para a vaga em expansão lateral simples — em particular o de iguais celeridades das ondas longitudinal e transversal — subsistem evidentemente para o caso da vaga em expansão lateral dupla, pois este fenómeno em nada invalida a suposição de que a celeridade de qualquer das ondas é função apenas do comprimento de onda e da profundidade, em cada ponto. Nessas condições, o método de Iribarren é aplicável às duas formas de expansão lateral com o mesmo carácter de primeira aproximação e semelhantes resultados. Portanto, suposta a regular variação de profundidades ao longo das direcções radiais partindo dos pontos de início da expansão lateral verificada em cada um dos extremos do troço de vaga que penetrou no porto, a forma da linha de crista nas zonas em expansão lateral é, numa dada posição, a de um arco de circunferência de centro em cada um daqueles pontos e raio a distância que o separa da linha de crista do troço da vaga em expansão frontal na posição considerada.

Pelo que se refere no traçado dos sucessivos diagramas de alturas da vaga sujeita a expansão lateral dupla — ou *bi-lateral* — já o fenómeno se não passa de modo tão simples e requere detido exame.

No momento em que da frente da onda procedente do largo é destacado um troço que penetra no porto interior, inicia-se em cada uma das extremidades deste troço, um processo de cessão lateral de energia, com

formação duma onda transversal negativa a expensas da onda longitudinal cuja altura diminui por êsse facto. O processo composto, afinal de duas expansões laterais simples, é em tudo idêntico ao descrito por Iribarren, até ao instante em que deixem de poder considerar-se independentes entre si as duas cessões laterais de energia, por virtude de se sobreporem, ao longo da linha de crista da onda, as respectivas zonas de alimentação.

Desde então, em vez de duas expansões laterais simples da mesma onda longitudinal terá lugar uma expansão lateral dupla ou bi-lateral dessa onda. Deixa de ser possível a extensão indefinida da zona de alimentação para o lado oposto do da expansão lateral à medida que a onda vai cedendo lateralmente energia: a partir dum dado instante produz-se uma interpenetração das zonas de alimentação das duas expansões, donde resulta uma perturbação no regime dessas zonas e portanto no das zonas por elas alimentadas. O problema é um tanto diferente do estudado por Iribarren e bastante mais complexo.

Por não termos conseguido uma solução exacta para ele, fomos forçados, para o encarar com alguma utilidade prática, a estabelecer um conjunto de hipóteses simplificativas, procurando ter sempre em vista o sinal e a ordem de grandeza das inexactidões delas decorrentes.

Sôbre este ponto convém observar desde já que qualquer inexactidão cometida ao avaliar a energia possuída por um troço da onda se reflecte em inexactidão menor do respectivo diagrama de alturas, dado que estas variam como a raiz quadrada da energia.

As hipóteses simplificativas fundamentais que admitimos são as enunciadas a seguir.

Primeira hipótese — Subsiste a invariância do factor

$$\int h^2 \, ds$$

da energia da vaga: o seu valor para o troço da vaga que passou na secção de entre-testas dos molhes encontra-se integralmente em cada uma das posições que ela vai assumindo na sua propagação para o interior do porto. Como foi dito, esta hipótese só se afasta sensìvelmente da verdade nas zonas de pequenas profundidades, bastante para o interior do porto, nas quais se pode considerar que a onda está próxima das condições de rebentação — mas, por um lado, a expansão e consequente redução de altura por ela sofrida à entrada do porto e a diminuição do comprimento de onda resultante do decréscimo da profundidade reduziram o valor crítico da profundidade susceptível de provocar a rebentação; e, por outro, nestas zonas de pequenas profundidades, o conhecimento exacto das alturas da vaga, já muito reduzidas, não apresenta interesse prático.

Segunda hipótese — As celeridades da onda longitudinal, das ondas em expansão lateral e das ondas negativas exigidas pela alimentação das segundas dependem apenas do comprimento de onda e da profundidade média de propagação. Esta hipótese, dentro da aceitação da teoria trocoidal em profundidade limitada, é rigorosa.

Como, na generalidade dos casos, a configuração batimétrica da bacia do porto interior permite admitir, sem grande êrro, profundidades da mesma ordem de grandeza ao longo de toda a linha de crista da onda em cada posição, esta hipótese corresponde a admitir celeridades iguais para todas as ondas mencionadas, em cada posição da vaga no seu avanço — ou, o que é o mesmo, que a configuração planimétrica das linhas de crista das zonas em expansão lateral é a de arcos de circunferência.

Terceira hipótese — O diagrama de alturas, ou perfil, da onda resultante da dupla expansão lateral tem como ordenada, em cada ponto, o valor que se obtém subtraindo à ordenada que corresponderia, nesse ponto, à existência duma só das expansões laterais, o excesso da altura máxima (verificada na ausência de expressão lateral) sobre a altura correspondente, ainda no mesmo ponto, à existência só da outra das expansões laterais.

Por outras palavras, admitimos que o perfil da onda resultante é, em cada ponto, a soma do diagrama de alturas da onda

deformada por uma das expansões laterais com o diagrama de alturas da onda negativa que assegura a alimentação da outra dessas expansões. O que equivale a admitir que a onda resultante é a sobreposição duma das duas ondas em expansão lateral com a onda negativa em questão. Claro está que, na zona não atingida pela onda negativa, o perfil da vaga resultante se reduz ao da primeira das componentes referidas.

Ora cada uma das expansões laterais, se se verificasse isoladamente, de acordo com os princípios admitidos para a expansão lateral simples, teria como diagrama de alturas o arco de sinusóide do qual resulta para o comprimento total da onda deformada, um factor de energia — $\int h^2 \, ds$ — igual ao que possuiria, na ausência de qualquer expansão, o troço da vaga correspondente à respectiva zona de alimentação.

Pode demonstrar-se que o factor de energia correspondente ao perfil da onda resultante das duas expansões laterais, determinado como se disse, é, na quási totalidade dos casos, ligeiramente superior ao que corresponde ao diagrama de alturas resultante de se verificar apenas uma dessas expansões (evidentemente a demonstração só apresenta interesse quando tenha começado a verificar-se a interpenetração das zonas de alimentação das duas expansões — antes disso, o caso é tratado como o de duas expansões laterais simples independentes, como já foi acentuado).

Examinemos, por exemplo, o caso em que, pela orientação relativa da entrada do porto e da linha de crista da vaga que o atingiu, se pode supor que as duas expansões laterais se iniciaram simultâneamente e, pela disposição dos fundos submarinos, é licito admitir que os dois processos de expansão de desenvolvem simétricamente. As hipóteses não se afastam muito da realidade na grande maioria dos casos da prática, e a sua admissão simplifica apreciávelmente os cálculos demonstrativos.

Consideremos portanto, nesta hipótese, os diagramas de alturas relativos a uma posição da vaga no interior do porto, na qual as zonas de alimentação das duas expansões laterais já se sobrepuzeram mas sem que nenhuma delas tivesse ainda atingido a zona do lado oposto.

Estão representados (fig.7) os diagramas de alturas correspondentes a cada uma das expansões laterais, suposta verificada isoladamente, e, a traço espesso, o perfil da onda resultante, parcialmente coincidente, como se disse, com cada um dos anteriores A é a largura do troço da vaga que penetrou no interior do porto, entrando em consideração com a expansão pontal que porventura tenha sofrido até atingir a secção considerada; β é a abcissa do ponto atingido, na zona afectada por uma das expansões laterais, pela onda negativa exigida pela alimentação da outra expansão; α é uma abcissa genérica; e K representa a ordenada dum ponto qualquer do perfil da onda resultante no troço em que ele não coincide com os das expansões laterais simples.

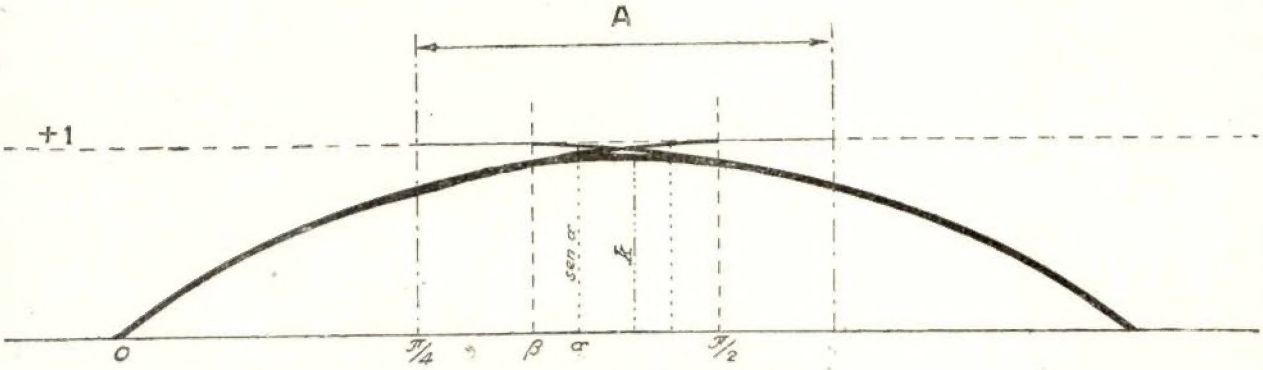


Fig. 7

Tendo em conta a já referida simetria do

fenómeno total, pretendemos demonstrar que:

$$\int_0^{\pi/2} \operatorname{sen}^2 \alpha \, d\alpha + \int_{\pi/4}^{\beta} d\alpha \leqslant 2\int_0^{\beta} \operatorname{sen}^2 \alpha \, d\alpha + \int_{\beta}^{\pi/2} k^2 \, d\alpha \ldots \quad (1$$

ou, eliminando as parcelas comuns aos dois membros:

$$\int_{\beta}^{\pi/2} \operatorname{sen}^2 \alpha \, d\alpha + \int_{\pi/4}^{\beta} d\alpha \leqslant \int_0^{\beta} \operatorname{sen}^2 \alpha \, d\alpha + \int_{\beta}^{\pi/2} k^2 \, d\alpha$$

ou ainda

$$\int_{\pi/4}^{\beta} d\alpha \leqslant \int_0^{\beta} \operatorname{sen}^2 \alpha \, d\alpha + \int_{\beta}^{\pi/2} (k^2 - \operatorname{sen}^2 \alpha) \, d\alpha \ldots \quad (1'$$

Ora

$$k = \operatorname{sen} \alpha - \left[1 - \operatorname{sen} \left(\frac{\pi}{2} - (\alpha - \beta) \right) \right] =$$

$$= \operatorname{sen} \alpha + \cos (\alpha - \beta) - 1 \quad .$$

Temos

$$\int_{\pi/4}^{\beta} d\alpha = \beta - \frac{\pi}{4}$$

e

$$\int_0^{\beta} \operatorname{sen}^2 \alpha \, d\alpha = \frac{\beta}{2} - \frac{\operatorname{sen}^2 \beta}{4}$$

Calculemos o

$$\int_{\beta}^{\pi/2} (k^2 - \operatorname{sen}^2 \alpha) \, d\alpha = \int_{\beta}^{\pi/2} [\cos^2 (\alpha - \beta) + 1 -$$

$$- 2 \operatorname{sen}\alpha + 2 \operatorname{sen}\alpha \cos (\alpha - \beta) - 2 \cos (\alpha - \beta)] \, d\alpha$$

para o que, por comodidade, calcularemos separadamente as parcelas que o constituem:

$$\int_{\beta}^{\pi/2} \cos^2 (\alpha - \beta) \, d\alpha = \left[\frac{\alpha - \beta}{2} + \frac{\operatorname{sen} 2 (\alpha - \beta)}{4} \right]_{\beta}^{\pi/2} =$$

$$= \frac{\pi}{4} - \frac{\beta}{2} + \frac{\operatorname{sen} 2 \beta}{4}$$

$$\int_{\beta}^{\pi/2} d\alpha = \frac{\pi}{2} - \beta$$

$$\int_{\beta}^{\pi/2} - 2 \operatorname{sen} \alpha \, d\alpha = - 2 \cos \beta$$

$$\int_{\beta}^{\pi/2} 2 \operatorname{sen} \alpha \cos (\alpha - \beta) \, d\alpha =$$

$$= \int_{\beta}^{\pi/2} 2 \left[\operatorname{sen} \alpha \cos \alpha \cos \beta + \operatorname{sen}^2 \alpha \operatorname{sen} \beta \right] d\alpha =$$

$$= \cos \beta - \cos \beta \operatorname{sen}^2 \beta +$$

$$+ \frac{\pi}{2} \operatorname{sen} \beta - \beta \operatorname{sen} \beta + \frac{\operatorname{sen} \beta \operatorname{sen} 2 \beta}{2}$$

$$\int_{\beta}^{\pi/2} - 2 \cos (\alpha - \beta) \, d\alpha = - 2 \left[\operatorname{sen} (\alpha - \beta) \right]_{\beta}^{\pi/2} =$$

$$= - 2 \cos \beta$$

efectuando a soma, teremos:

$$\int_{\beta}^{\pi/2} (k^2 - \operatorname{sen}^2 \alpha) \, d\alpha = \frac{3\pi}{4} - \frac{3\beta}{2} - \cos \beta \, (3 +$$

$$+ \operatorname{sen}^2 \beta) + \frac{\operatorname{sen} 2\beta}{2} \left(\frac{1}{2} + \operatorname{sen} \beta \right) + \operatorname{sen} \beta \left(\frac{\pi}{2} - \beta \right)$$

A desigualdade (1' pode ainda escrever-se

$$\int_{\beta}^{\pi/2} (k^2 - \operatorname{sen}^2 \alpha) \, d\alpha + \int_0^{\beta} \operatorname{sen}^2 \alpha \, d\alpha - \int_{\pi/2}^{\beta} d\alpha \geqslant 0 \ \ldots\ldots \quad (1''$$

ou, substituindo valores e simplificando:

$$\pi - 2\beta - 3 \cos \beta + \operatorname{sen} \beta \left(\frac{\pi}{2} - \beta \right) \geqslant 0$$

ou ainda:

$$(\pi - 2\beta) \left(1 + \frac{\operatorname{sen} \beta}{2} \right) - 3 \cos \beta \geqslant 0$$

o que, de facto, é fácil ver que sucede para todos os valores de β compreendidos entre $\pi/2$ e $\pi/4$, para os quais tem aplicação a expressão (1. Assim, para $\beta = \frac{\pi}{2}$ (limite em que se inicia a sobreposição das duas zonas de alimentação), o primeiro membro da expressão anterior anula-se exactamente, como aliás era de esperar; para qualquer outro valor de β o referido primeiro termo

toma um valor muito vizinho de zero, talvez também nulo, o que, no entanto, não conseguimos demonstrar em termos de generalidade (e que, note-se, não é certo para $\beta = 0$).

Quando fôr $\beta < \frac{\pi}{4}$, a sobreposição das zonas de alimentação progrediu de tal modo que a de uma das ondas em expansão lateral já atingiu a zona de expansão da onda do lado oposto. Para $\beta = \frac{\pi}{4}$, o $\int h^2 ds$ correspondente ao diagrama de alturas duma expansão lateral simples atingiu o seu máximo valor — o do mesmo factor da energia da totalidade da vaga entrada no porto; este valor, que não pode ser excedido pelo do perfil da onda resultante, é

$$\int_{\pi/4}^{\pi/2} d\alpha = \frac{\pi}{4}$$

e a expressão (1 deverá escrever-se:

$$2\int_0^{\beta} \operatorname{sen}^2 \alpha \, d\alpha + \int_{\beta}^{\pi/2} k^2 \, d\alpha \geqslant \frac{\pi}{4}$$

ou, atendendo aos valores acima calculados:

$$\frac{3\pi}{4} - \beta - 3\cos\beta + \operatorname{sen}\beta\left(\frac{\pi}{2} - \beta\right) \geqslant 0 \quad .. (2$$

igualmente se verifica que esta expressão (que para $\beta = \frac{\pi}{4}$ conduz ao mesmo valor que a expressão (1'', como é natural), tem valor praticamente igual a zero para qualquer valor de $0 < \beta \leqslant \pi/4$; para $\beta = 0$ (condição que só se verifica bastante para o interior do porto), inverte-se o sentido da desigualdade anterior, o que sucede para um valor de β entre 20° e 30°.

Em conclusão, a terceira das hipóteses que admitimos — servindo ao traçado dos diagramas de alturas da onda resultante em cada posição — quási coincide com a realidade para as posições da crista da vaga não muito afastadas da secção da entrada do porto.

Nas posições já muito para o interior do porto, ela parece conduzir a valores das alturas da vaga inferiores aos reais — contudo, é necessário não esquecer que, para as pequenas profundidades em que tal se verifica, já não será, em geral, lícito admitir a invariância do valor $\int h^2 ds$ em relação ao da secção de entre-testas dos molhes, antes deve esperar-se que, pelo aumento do atrito sobre o fundo, este valor haja diminuido, por já não bastar a energia obtida da diminuição do comprimento de onda para fazer avançar a vaga. Acêrca do alcance prático dêste inconveniente, convém ainda observar que, por um lado, é possível recorrer aos métodos de expansão frontal para prosseguir, dentro da segurança, no estudo do avanço da vaga já muito afastada do ponto onde se iniciou o fenómeno da expansão lateral, e que, por outro lado, e em geral, não tem interesse em tais regiões o conhecimento exacto das reduzidas alturas das vagas que as atingem.

Aplicação do método — As hipóteses que enunciámos são o fundamento do método que preconizamos para abordar o problema da expansão lateral dupla ou bi-lateral da vaga. O seu grau de rigor — por certo superior aos dos processos meramente intuitivos — é o grau de rigor do processo que fundamentam, e cuja marcha de aplicação vamos descrever, citando ao mesmo tempo uma ou outra hipótese acessória, não essencial, cuja admissão aparece por vezes como oportunidade para não complicar desnecessàriamente os cálculos.

Conhecidas, em planta e perfil, as características da vaga que abrange a secção de entre-testas dos molhes, e por ela penetra no porto, começará por se calcular o valor do $\int h^2 ds$ correspondente a êste troço.

A partir dêste valor, que se considera conservado em cada uma das posições assumidas pela vaga na bacia abrigada, e do conhecimento da extensão em planta pela qual ela se reparte em cada posição — desenvolvimento do arco compreendido entre as linhas limites de agitação relativas às duas expansões laterais — determina-se o diagrama de alturas correspondente a essa posição pelo processo mencionado.

Esta marcha do cálculo não permite acumulação dos êrros dumas posições para as seguintes. Os valores que servem de base ao traçado do diagrama de alturas em cada posição são independentes dos valores relativos às posições anteriores (excepto, claro está, os relativos à secção de entre-testas).

Para o traçado do perfil da onda fictícia resultante de verificar-se apenas uma das expansões laterais, são elementos de conhecimento necessário: o valor do $\int h^2 ds$ correspondente ao troço da vaga influenciado por essa expansão; o comprimento do arco segundo o qual a respectiva linha de crista se desenvolve em planta, e a ordenada máxima do perfil, no início da zona de alimentação. O modo de determinar estes elementos depende, em certa medida, da posição da onda que se considere.

Na verdade, analisando com atenção o que passa com a evolução da vaga sujeita a expandir-se bi-lateralmente no interior do porto, distinguem-se nesta evolução pelo menos três fases marcadamente distintas.

— Na primeira fase, as duas expansões laterais são totalmente independentes uma da outra, e o perfil da onda resultante pode ser obtido pelos processos aplicáveis à expansão lateral simples. Para que esta fase se verifique ainda em semi-periodo após a passagem da crista da vaga pela secção de entre-testas, é necessário que a largura dessa secção seja pelo menos igual ao dobro do comprimento da onda. De contrário, a consideração desta fase não tem interesse prático.

— Na fase seguinte, as zonas de alimentação das duas expansões laterais sobrepõem-se ao longo da crista da onda longitudinal ($\pi/4 < \beta < \pi/2$): é o início dum processo novo, o da expansão lateral dupla, de que nos estamos ocupando.

Nesta fase o valor do $\int h^2 ds$ a considerar para o traçado de cada um dos diagramas componentes referidos, é o do troço limitado, na secção de entre-testas, pelas mesmas normais à linha de crista que limitam a zona de alimentação da onda fictícia (em expansão lateral simples) considerada.

Quanto ao comprimento do arco segundo o qual a crista da onda se desenvolve em planta, é determinado de acôrdo com a segunda hipótese fundamental que enumerámos.

A altura máxima do perfil — no início da zona de alimentação — é determinada a partir do conhecimento dos dois elementos anteriores e com base na primeira hipótese fundamental. A altura média a que a aplicação da hipótese conduz é um valor quadrático médio das ordenadas do diagrama de alturas, e supômo-la sempre aplicada no ponto de início da expansão lateral, de acôrdo com o princípio também admitido por Iribarren. Nestas condições, sempre que a expansão lateral seja total, à ordenada máxima valerá $\pi/4$ vezes a ordenada média.

Se for A' o desenvolvimento planimétrico da linha de crista correspondente a uma das expansões laterais simples, a semi-altura média a ela relativa será

$$h' = \sqrt{\frac{\int_A h^2 ds}{A'}}$$

cujo significado físico já foi referido.

Quando as duas expansões laterais, ao contrário do que temos suposto, não são simétricas, os respectivos diagramas de alturas terão alturas máximas diferentes. Sem grande erro, e a favor da segurança, deve-se neste caso tomar como ordenada máxima de ambos os diagramas, para efeito de obtenção do diagrama resultante, a maior daquelas alturas o que torna muito mais cómoda a aplicação do processo.

Se uma das expansões laterais fôr parcial, toma-se como ordenada máxima do respectivo diagrama a ordenada máxima do diagrama correspondente à outra expansão lateral. Se ambas o forem, poderá tomar-se a favor da segurança, a ordenada máxima do diagrama resultante da posição anterior.

— Finalmente, numa terceira fase, a zona de alimentação de uma das ondas em expansão lateral estende-se ao longo da linha de crista não só da onda longitudinal como da da onda em expansão lateral do lado oposto $\left(0 < \beta < \frac{\pi}{4}\right)$.

O método adoptado nesta fase é o mesmo que na fase anterior.

O valor do $\int h^2 ds$, como já foi dito, é agora o máximo, igualando o correspondente à secção de entre-testas.

— Poderia considerar-se uma quarta fase ($\beta < 0$), mas não tem interesse: corresponderia a posições com troços da onda resultante com ordenadas negativas. Além de que, é conhecida a grande instabilidade de perfil das ondas de depressão, que dificilmente, mesmo em canais regulares, se deixam dominar pelo cálculo.

Resumo. O método proposto consiste portanto em:

1.º — traçar as posições sucessivamente ocupadas pela linha de crista no seu avanço no interior do porto (hipótese segunda);

2.º — calcular o valor do $\int h^2 ds$ entrado no ponto;

3.º — traçar os diagramas de alturas para cada expansão lateral isoladamente;

4.º — compô-los no diagrama da onda resultante.

(Continua)

VIDA ESCOLAR E ASSOCIATIVA

JOAQUIM ÂNGELO RODRIGUES
(Do Curso de Engenharia Civil)

Oferece-nos a «Técnica», na sua secção «Vida Escolar e Associativa», possibilidades de nos manifestarmos sôbre dois temas de uma importância fundamental para nós, estudantes do I. S. T.: a vida escolar e a vida associativa, ambas intimamente relacionadas, mas distinguíveis pelos meios e objectivos próprios. Essas possibilidades têm-nos passado despercebidas — afirma-no-lo o colega Freitas. Aqui estou respondendo ao chamamento, sem que, pela minha parte, não deixe passar a oportunidade de oferecer a mão à palmatória por ter incorrido no desinterêsse por esta secção.

Ao carácter informativo que se tem dado aos artigos desta secção, proponho acrescentar o carácter formativo. Não basta olhar para o que se fêz: é preciso delinear caminhos e incitar esforços.

A acção consciente deve preceder sempre uma doutrina. Não podemos responder cègamente pela acção às solicitações das necessidades materiais. Temos de lhe dar uma estrutura intelectual em que se afirme o que somos, o que valemos, o que queremos e para quê, em face do todo social em que nos integramos.

É propósito dêste artigo abordar o problema da estruturação intelectual mas não em tôda a generalidade. Vou-me reportar apenas a alguns aspectos básicos da vida associativa.

A profissão de fé; de outrora, de que aos novos só competia obedecer e aprender, apesar do pouco que havia a aprender, corresponde hoje à afirmação que todos repetem de que no dinamismo, entusiasmo, espírito imaginativo e desprendido de rotinas da gente nova — os novos já são gente — há mananciais inesgotáveis para a renovação do caduco, para a síntese do contraditório, reflectindo-se em novas emprêsas e iniciativas.

Esta afirmação abstracta e muito geral é porém repetida por muitos que concreta e particularmente cerceiam os meios de os estudantes participarem mais activamente na sua vida escolar e na sua vida associativa. As gerações dos tempos modernos caiem muitas vezes na contradição de cantar hinos e valores que materialmente procuram negar, opondo-se ao seu desenvolvimento.

É o que presentemente se dá com os novos. A fôrça da juventude não está devidamente aproveitada — é a opinião hoje muito divulgada.

Mas nós mostramos que a nossa fôrça age. Não há fôrças inaproveitadas, há só fôrças que agem recìprocamente num ou noutro sentido. Que nós temos uma capacidade construtiva e que esta é a fôrça que nos permite obter os meios de pôr ombros aos empreendimentos exigidos de nós próprios, ultrapassando os sucessivos obstáculos — é o pensamento que deve nortear a nossa acção na vida associativa. Que lá vai o tempo em que actividade juvenil criadora não havia, que já hoje nos é permitida vida associativa, que o futuro nos reserva os mais largos empreendimentos que aspiramos — é a concepção evolutiva que a realidade nos oferece e é a consciência animadora que não nos deixa descrer do progresso.

Enfim, temos que ganhar consciência que nós somos executores de nossa vida, de uma vida, não constituida por repetições, mas de crescente valorização em inovações. Sem atraiçoar a nossa missão juvenil, nós temos de ter sempre presente de que pode-

mos melhorar a nossa vida desportiva, humanizar a nossa vida recreativa, desenvolver a nossa vida cultural, aperfeiçoar a nossa preparação profissional, dar maior segurança financeira e sanitária e o mais que ainda não ocorre, por intermédio de um órgão que somos nós: a Associação dos Estudantes.

Porém está uma Associação condenada à esterilidade, se a vida associativa se limitar a conviver com os colegas e a usufruir de direitos. A Associação só poderá desempenhar a sua função creadora e progressiva, se ela solicitar de nós esfôrços e ideias realizadoras e colaborantes. E, do nosso lado, é preciso que cada um de nós se compenetre de que não basta receber: é preciso darmo-nos.

Para tanto, parece-me condição fundamental — em vez de entregar os destinos da Associação às improvisações de momento — chamar todos, duma maneira directa, incisiva e persistente, a elaborar um plano, a examiná-lo criticamente, a emendá-lo sempre que fôr preciso, e a executá-lo. À acção antepôr-se-ia sempre uma ideia, um plano. À esterilidade da vida associativa, opôr-se-iam as iniciativas que brotam da cooperação de todos.

Só nestas condições a potencialidade que nos anima encontrará o ambiente óptimo para produzir o máximo.

Estas considerações doutrinárias sinto-as necessárias como preâmbulo a afirmações mais concretas do que podemos fazer na vida associativa. Sôbre aquelas considerações que é necessário esmiuçar e sôbre as realizações que é necessário delinear, apelo a todos que se manifestem. A incerteza de afirmar sem êrros, e, muito menos, a timidês ou hábito consagrado de se não afirmar não podem ser razões para que cada um não venha depôr nestas páginas o que bem pensa, no sentido de dar mais vida à Associação e planear a sua direcção.

Completaram a parte escolar dos seus cursos no ano lectivo de 1944-45 os nossos colegas:

ENGENHARIA CIVIL

Júlio Ferry do Espírito Santo Borges
Fausto Diniz Gonçalves Henriques
João Manuel Castelbranco Vieira
António Ferreira da Siiveira, Balcrisma Ramachondra Naique e Henrique Novais Ferreira
Hercílio da Conceição Gouveia França e José de Lucena
José Luíz Abecasis
Manuel Capucho Vieira
Manuel Vicente Duarte Galvão e Duarte Manuel de Almeida Belo
Eduardo Freire Lobato de Miranda
Alfredo Artur Rosinha e Pedro Kopke Pardal Monteiro
Arsénio Pascoalinho Pereira, Francisco José Coutinho Guedes, Leonel Vogado Franco e Vítor Manuel Rodrigues Catum
António Rebêlo da Costa Franco e Abreu e João Alberto Myre Dôres
Luíz António Roquette Ricciardi e Rui Manuel Caro de Sousa
Artur Andrade Mendes de Magalhães
Adelino Bela Morais, Eugénio Rocha de Carvalho, José Maria Seguro e José Sirgado de Azevedo Mendes
Jacinto Patrocínio de Gasparinho Correia
Manuel José Lacasta do Nascimento e Oliveira
Mário José de Sousa Cunha Pignateli e José Carlos Vasconcelos e Sá
Herberto Manuel de Miranda e Augusto de Noronha da Costa Paulino
José Tavares de Melo e Castro Ribeiro Lebre.

ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA

Luíz Constâncio Patkoczy de Andrade
Adelino Augusto Nogueira da Costa
José Maria Correia Vitorino e Daniel Mendonça e Costa
David Lopes Gagean
José Conte da Silva Morais
Pedro Pessoa de Carvalho
Marcelino Correia
Domingos Cruz Pereira de Moura e Rafael Carreira Navas
António José Oliveira Cruz Bernardo
Adriano Carlos Carneiro Vaz Pinto
Alvaro António Machado de Assunção
Joaquim António Russo Pereira de Almeida
Manuel Penha Ferreira

ENGENHARIA DE MÁQUINAS

João Carlos Sequeira Varejão
Manuel Franco da Costa de Oliveira Falcão
Luciano Luíz de Oliveira Faria
Celestino Farrobinha Alvo
José Manuel Campos Sequeira

ENGENHARIA QUÍMICO-INDUSTRIAL

Fernando Augusto da Silva Blanqui Teixeira
João Augusto Dias Coelho
Rui Rebêlo da Mota Guedes
João Luíz Ferreira Pinto Basto
José Luíz Rebêlo

ENGENHARIA DE MINAS

Nilo Martins da Costa
Fernando José da Silva Ribeiro
António Rocha Leão Martins Alves e Fernando Manuel de Martins Cerqueja Gonçalves
Agostinho de Azevedo e Silva Bon de Sousa Rôxo
Manuel Apolónia Correia

ALUNOS PREMIADOS NO ANO LECTIVO DE 1944-1945

PRÉMIOS

«Dr. Mira Fernandes»

Cadeiras de Cálculo Diferencial, Integral e das Variações e Mecânica Racional: — «Ex-aequo; 1.º — Aluno n.º 1488, *Fernando Ivens Ferraz Jácome de Castro;* 2.º — Aluno n.º 1491, *Alfredo de Pinho Morgado.*

«Francisco da Fonseca Benevides»

Cadeira de Física Geral e Experimental: — Aluno n.º 509, *Ernesto Borges.*

«Tomaz Bordalo Pinheiro»

Cadeira de Desenho: — 1.º — Aluno n.º 1654, *João António de Almeida Justo;* 2.º — Aluno n.º 1659, *José Pedro Carneiro de Castro Norton de Sousa Pires;* 3.º — Aluno n.º 1457, *José Alves Pacheco.*

«Saraiva de Carvalho»

Cadeira de Pesquiza e Exploração de Minas: — Aluno n.º 808, *Nilo Martins da Costa.*

Último ano do curso de Engenharia Electrotécnica: — Aluno n.º 984, *Luiz Augusto Constâncio Patkoczy de Andrade.*

«Bandeira de Melo»

Engenharia de Minas: — Aluno n.º 807, *Nilo Martins da Costa.*

Engenharia Electrotécnica: — Aluno n.º 984, *Luiz Augusto Constâncio Patkoczy de Andrade.*

Engenharia Mecânica — Aluno n.º 1065 — *João Carlos de Sequeira Varejão.*

Engenharia Químico-Industrial: — Aluno n.º 1157, *Fernando Augusto da Silva Blanqui Teixeira.*

«Dr. Mário Bastos Wagner»

Destinado ao aluno mais classificado no curso da especialidade de engenharia Químico-Industrial: — Aluno n.º 1157 — *Fernando Augusto da Silva Blanqui Teixeira.*

«Dr. Brito Camacho»

Destinado ao aluno que concluir com maior classsificação qualquer dos cursos professados neste Instituto: — Aluno n.º 1130, *Júlio Ferry do Espírito Santo Borges.*

DO MUNDO TÉCNICO

Cálculo tabelar da viga contínua de 3 tramos simétrica

Pelo Eng.º JOSÉ MARIA TOYOS

C. D. 531.255

Nas estruturas de betão armado para edifícios é muito freqüente empregar nos pavimentos, vigas contínuas de 3 tramos para vencer três vãos, tendo os extremos o mesmo comprimento. O cálculo correcto destas vigas até à obtenção e representação gráfica dos máximos momentos flectores positivos e negativos, assim como dos esforços transversos é laborioso. Para facilitar os cálculos o autor estudou uma transformação que permite representá-los em tabelas com as quais, com grande facilidade se podem representar as curvas de variação dos máximos momentos flectores e dos esforços transversos, necessários para projectar as vigas com aproximação e fazer uma correcta distribuição de armaduras e de estribos.

* * *

Seja (fig. 1) uma viga de três tramos cujos vãos são l, kl e l, pudendo ser k um número qualquer positivo; está submetida a uma carga permanente p e a uma sobrecarga $p \cdot \alpha$, ambas uniformemente repartidas e podendo tomar α qualquer valor positivo.

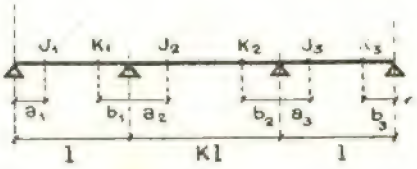


Fig. 1

Considera-se que nos apoios se produz um semi-encastramento.

De todas as combinações possíveis de sobrecarga, as mais interessantes são as que se indicam na fig. 2,

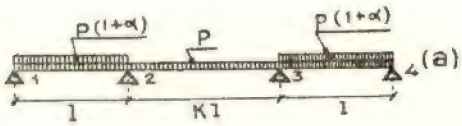


Fig. 2

pois a 1.ª proporciona o máximo momento negativo no apoio 1 e o máximo momento positivo no 1.º tramo; a 2.ª dá o máximo momento positivo no 2.º tramo e a 3.ª produz o máximo momento negativo no apoio 2.

Com estas 3 combinações da sobrecarga pode-se representar as curvas de variação dos momentos máximos positivos e negativos, pois que não sendo rigorosamente exacta, é suficiente na prática para permitir a boa distribuição das armaduras.

Tomando como variáveis k e α, o autor elaborou as tabelas I a VIII, que dão os coeficientes do valor constante pl^2, para se obterem os momentos nos 4 apoios da viga.

Os valores de k foram compreendidos entre os limites $k = 0$ e $k = 3$, pois que não é freqüente ser o comprimento do vão central superior a 3 vezes o comprimento dos vãos extremos. Para fixar os valores de α consideram-se as sobrecargas mais freqüentes na construção que são 100, 150, 200, 300, 350, 400, 450 e 500 kg/m² e como um tipo normal de pavimento pesa aproximadamente 250 kg/m², resultam para α os seguintes valores

$\alpha = 0{,}4 \quad 0{,}6 \quad 0{,}8 \quad 1{,}00 \quad 1{,}20 \quad 1{,}40 \quad 1{,}60 \quad 1{,}80 \quad 2{,}00$

considerando além disso o valor $\alpha = 0$, com o que se inclue o caso das vigas submetidas exclusivamente à acção da carga permanente.

O autor deduziu as seguintes expressões que por simples operações aritméticas, permitem determinar 5 pontos de cada curva que são suficientes para a representar.

1.º tramo carregado.....
$$\begin{cases} x_m = l\left(\dfrac{1}{2} + \dfrac{C_2 - C_1}{1+\alpha}\right) \\ M_x = \dfrac{p(1+\alpha)}{2}\, x_m^2 + M_1 \\ x_0^{-} = \pm\sqrt{\dfrac{2\,M_x}{p(1+\alpha)}} \end{cases}$$

1.º tramo descarregado....
$$\begin{cases} x_m = l\left(\dfrac{1}{2} + C_2 - C_1\right) \\ M_x = \dfrac{p}{2}\, x_m^2 + M_1 \\ x_0^{-} = \pm\sqrt{\dfrac{2\,M_x}{p}} \end{cases}$$

2.º tramo carregado.....
$$\begin{cases} x_m = \dfrac{k\,l}{2} + \dfrac{C_2 - C_1}{(1+\alpha)\,k} \cdot l \\ M_x = \dfrac{p(1+\alpha)}{2}\, x_m^2 + M_1 \\ x_0 = \pm\sqrt{\dfrac{2\,M_x}{p(1+\alpha)}} \end{cases}$$

2.º tramo descarregado....

$$\begin{cases} x_m = \dfrac{k\,l}{2} + \dfrac{C_2 - C_1}{k} \\[2ex] M_x = \dfrac{p}{2}\,x_m^2 + M_1 \\[2ex] x_o = \pm\sqrt{\dfrac{2\,M_x}{p}} \end{cases}$$

As letras têm o seguinte significado:

x_m — abcissa do momento máximo positivo no tramo
l — vão extremo da viga
C_2 e C_1 — coeficientes dados pelas tabelas I a VII
α — relação entre os valores da sobrecarga e da carga permanente (uniformes)
M_x — momento máximo no tramo
M_1 — momento de encastramento (dado pelas tabelas)
x_o — abcissa de momento nulo contada a partir de x_m

Exemplo:

Para ver com que facilidade se obtêm as curvas envolventes dos momentos máximos, façamos a aplicação do exposto atrás a um caso concreto. Seja uma viga de 3 tramos cujos vãos são 5,00, 8,00 e 5,00 metros respectivamente (fig. 3) que faz parte dum pavimento com o peso próprio de 250 kg/m² e submetido a 1 sobrecarga de 350/m² estando as vigas afastadas 0,50 m.

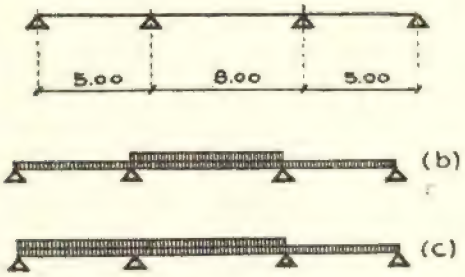


Fig. 3

A carga permanente e a sobrecarga por metro corrente de viga, são respectivamente $p = 125$ kg/ml e $p\alpha = 175$ kg/ml e os dados fundamentais:

$$l = 5{,}00 \text{ m} \qquad k = \frac{8{,}00}{5{,}00} = 1{,}60$$

$$\alpha = \frac{175}{125} = 1{,}40 \qquad p\,l^2 = 125 \times 5^2 = 3125 \text{ kg} \times \text{m}$$

Primeiro tramo:

$$M_1^a = -3125 \times 0{,}075 = -234{,}37 \text{ kg} \times \text{m}$$

$$M_2^a = -3125 \times 0{,}228 = -712{,}5 \text{ kg} \times \text{m}$$

$$x_m = 5{,}00\left(\frac{1}{2} + \frac{0{,}228 - 0{,}075}{1 + 1{,}40}\right) = 2{,}18 \text{ m}$$

$$M_x^a = \frac{125\,(1 + 1{,}40)}{2} \times \overline{2{,}18}^2 - 234{,}37 =$$
$$= +\,478{,}49 \text{ kg} \times \text{m}$$

$$x_o = \pm\sqrt{\frac{2 \times 478{,}49}{125 \times (1 + 40)}} = \pm\,1{,}78 \text{ m}$$

Segundo tramo:

$$M_2^a = M_3^a = -\,712{,}50 \text{ kg} \times \text{m}$$

$$x_m = \frac{1{,}6 \times 5}{2} = 4{,}00 \text{ m}$$

$$M_x = \frac{125}{2} \times \overline{4{,}00}^2 - 712{,}50 = +\,287{,}50 \text{ kg} \times \text{m}$$

$$x_o = \pm\sqrt{\frac{2 \times 287{,}5}{125}} = \pm\,2{,}15 \text{ m}$$

Primeiro tramo:

$$M_1^b = -\,3125 \times (-\,0{,}0305) = +\,05{,}31 \text{ kg} \times \text{m}$$

$$M_2^b = -\,3125 \times 0{,}4022 = \quad 12{,}56{,}88 \text{ kg} \times \text{m}$$

$$x_m = 5{,}00\left(\frac{1}{2} - 0{,}4022 - 0{,}0305\right) = 0{,}34 \text{ m}$$

$$M_x = \frac{125}{2} \times \overline{0{,}34}^2 + 95{,}31 = +\,102{,}53 \text{ kg} \times \text{m}$$

$$x_o = \pm\sqrt{\frac{2 \times 102{,}53}{125}} = \pm\,1{,}64 \text{ m}$$

Segundo tramo:

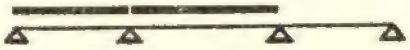
$$M_2^b = M_3^b = -\,1256{,}88 \text{ kg} \times \text{m}$$

$$x_m = \frac{1{,}60 \times 5{,}00}{2} = 4{,}00$$

$$M_x^b = \frac{125 \times (1 + 1{,}40)}{2} \times \overline{4{,}00}^2 - 1256{,}88 =$$
$$= +\,1143{,}12 \text{ kg} \times \text{m}$$

$$x_o = \pm\sqrt{\frac{2 \times 1143{,}12}{125 \times (1 + 1{,}40)}} = \pm\,2{,}76 \text{ m}$$

Primeiro tramo:



$$M_1^c = -\,3125 \times 0{,}027 = -\,84{,}37 \text{ kg} \times \text{m}$$

$$M_2^c = 3125 \times 0{,}4645 = -\,1451{,}56 \text{ kg} \times \text{m}$$

$$x_m = 5{,}00\left(\frac{1}{1} - \frac{0{,}4645 - 0{,}027}{1 + 1{,}4}\right) = 1{,}59 \text{ m}$$

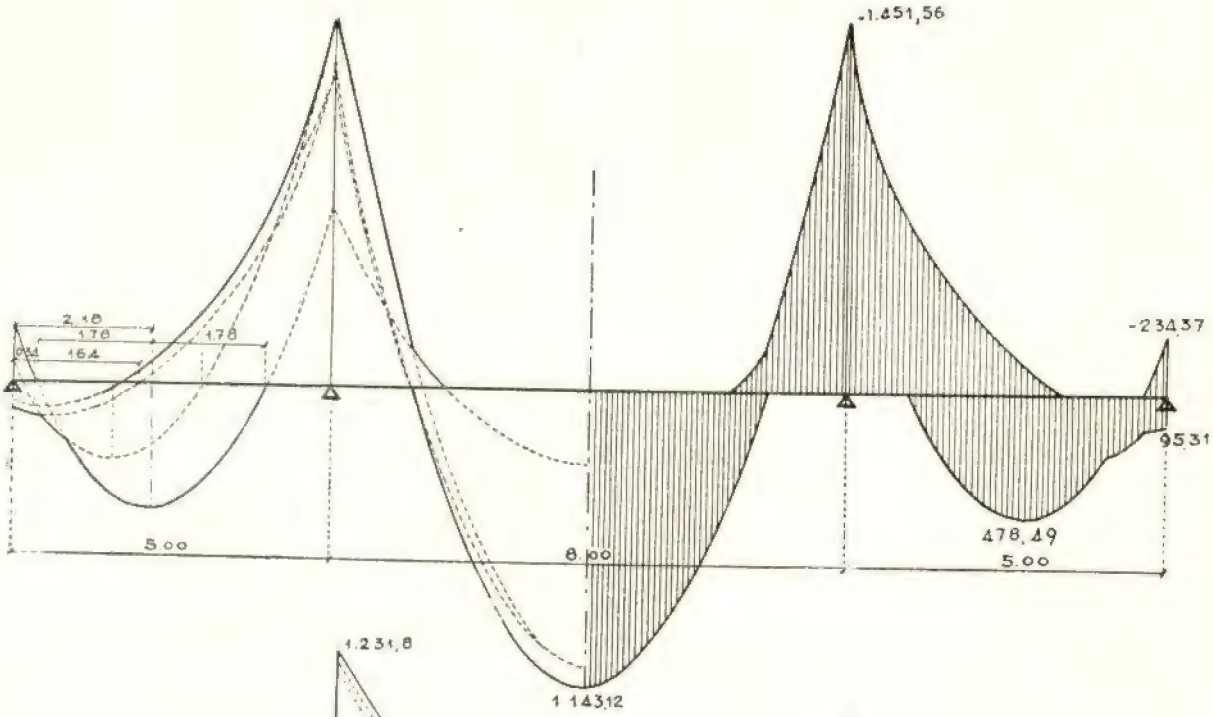

-1.451,56
2.18
1.78
1.78
1.64
-234,37
95,31
478,49
5.00
8.00
5.00
1.231,8
1 143,12

Fig. 4

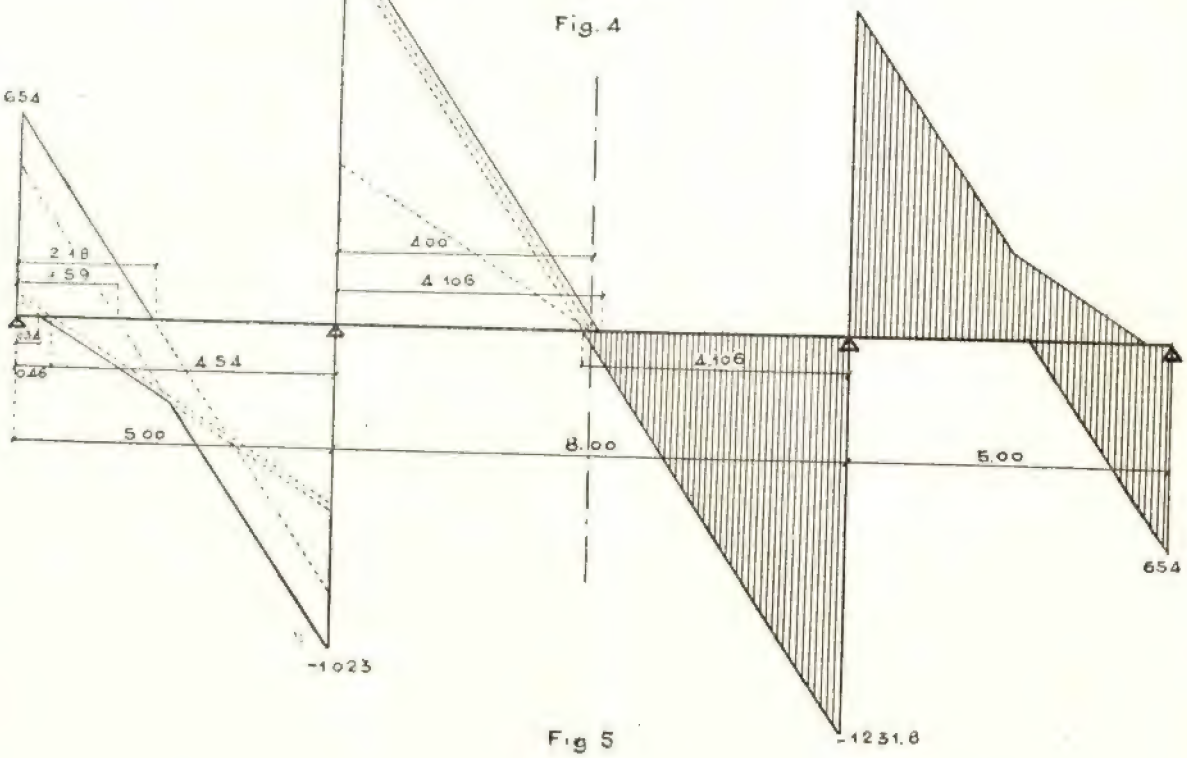

654
2.18
1.59
4.00
4.106
4.54
4.106
5.00
8.00
5.00
654
-1023
-1231.8

Fig 5

$$M_x = \frac{125 \times (1 + 1{,}40)}{3} \times \overline{1{,}59}^2 - 84{,}37 =$$

$$= + 294{,}84 \text{ kg} \times \text{m}$$

$$x_0 = \pm \sqrt{\frac{2 \times 294{,}84}{125 \times 2{,}4}} = \pm 1{,}40 \text{ m}$$

Segundo tramo:

$$M_2^c = - 1451{,}56 \text{ kg} \times \text{m}$$

$$M_3^c = - 3125 \times 0{,}3825 = - 1195{,}31 \text{ kg} \times \text{m}$$

$$x_m = \frac{1{,}6 \times 5{,}00}{2} + \frac{0{,}4645 - 0{,}3825}{(1 + 1{,}4)\ 1{,}6} \times 5{,}00 = 4{,}106 \text{ m}$$

$$M_x = \frac{125 \times (1 + 1{,}4)}{2} \times \overline{4{,}106}^2 - 1451{,}56 =$$

$$= \pm 1076{,}82 \text{ kg} \times \text{m}$$

$$x_0 = \pm \sqrt{\frac{2 \times 1076{,}82}{125 \times (1 + 1{,}4)}} = \pm 2{,}62$$

Terceiro tramo:

$$M_3^c = - 1195{,}31 \text{ kg} \times \text{m}$$

$$M_4^c = + 3125 \times 0{,}0263 = + 82{,}18 \text{ kg} \times \text{m}$$

$$x_m = 5{,}00 \left(\frac{1}{2} + 0{,}3825 + 0{,}0263 \right) = 4{,}54 \text{ m}$$

$$M_x = \frac{125}{2} \times \overline{4{,}54}^2 - 1195{,}31 = + 92{,}91 \text{ kg} \times \text{m}$$

$$x_0 = \pm \sqrt{\frac{2 \times 92{,}91}{125}} = \pm 1{,}22 \text{ m}$$

Com estes valores fàcilmente se desenham as curvas de momentos, como se indica na figura 4.

Se o cálculo da viga não necessitar tanto rigor, e bastar, como é corrente na prática conhecer os máximos momentos positivos e negativos em cada tramo ou em cada apoio, estas obtêm-se fazendo apenas as operações M_1^a M_x^a M_x^b e M_2^c, com o que um problema trabalhoso fica reduzido a efectuar quatro simples operações aritméticas.

Para os esforços transversos T são válidas as expressões seguintes:

tramo carregado $T = p\ (1 + \alpha)\ (x_m - x)$

tramo carregado $T = p\ (x_m - x)$

Por estas expressões se vê que para $T = 0$, $x = x_m$ como devia suceder, pois como se sabe $T = \frac{dM}{dx}$; para $x = 0$ o esfôrço transverso é igual ao produto da carga pela abcissa do momento máximo, e para $x = l$, o esfôrço transverso é negativo e igual ao produto da carga pela abcissa do momento máximo, medida a partir do apoio esquerdo.

Para se completar o exemplo proposto, calculemos os esforços transversos, fazendo aplicação do que se disse atrás.

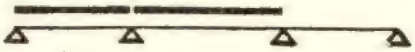
Primeiro tramo:

$$T_1^a = 125 \times (1 + 1{,}40) \times 2{,}18 = 654 \text{ kg}$$

$$T_2^a = -125 \times (1 + 1{,}40) \times (5{,}00 - 2{,}18) = - 846 \text{ kg}$$

$$T_1^b = 125 \times 0{,}34 = 42{,}50 \text{ kg}$$

$$T_2^b = - 125 \times (5{,}00 - 0{,}34) = - 582{,}50 \text{ kg}$$



$$T_1^c = 125 \times (1 + 1{,}40) \times 1{,}59 = 477 \text{ kg}$$

$$T_2^c = - 125 \times (1 + 1{,}40) \times (5{,}00 - 1{,}59) = - 1023 \text{ kg}$$

Segundo tramo:

$$T_2'^a = 125 \times 4{,}00 = 500 \text{ kg}$$

$$T_3^a = - 125 \times 4{,}00 = - 500 \text{ kg}$$

$$T_2'^b = 125 \times (1 + 1{,}40) \times 4{,}00 = 1200 \text{ kg}$$

$$T_3^b = - 125 \times (1 + 1{,}40) \times (8{,}00 - 4{,}00) = - 1200 \text{ kg}$$

$$T_2'^c = 125 \times (1 + 1{,}40) \times 4{,}106 = 1231{,}8 \text{ kg}$$

$$T_3^c = - 125 \times (1 + 1{,}40) \times (5{,}00 - 4{,}106) = - 1168{,}2 \text{ kg}$$

Terceiro tramo:

$$T_2^c = 125 \times 4{,}54 = 567{,}5 \text{ kg}$$

$$T_4^c = - 125 \times (5{,}00 - 4{,}54) = - 57{,}5 \text{ kg}$$

com o que se representou a lei de variação dos esforços transversos na fig. 5.

A reacção no apoio 2, será:

$$1231{,}9 + 1023 = 2254{,}8 \text{ kg}$$

Se se quisessem apenas conhecer os máximos, bastaria ter efectuado as operações T_1^a T_2^c e T_2^c.

(Da *Revista Obras Publicas* — Dezembro, 1945)

Tabela I $M_1^n = -p\,l^2 \,.\, C$

k	VALORES DE C EM DEZ MILÉSIMAS PARA OS DE α SEGUINTES:										k
	0,0	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	
0,0	278	388	444	500	554	611	667	722	778	834	0,0
0,1	309	432	494	557	618	679	741	803	865	926	0,1
0,2	323	456	523	590	656	722	790	856	923	990	0,2
0,3	346	488	557	628	698	767	839	910	981	1051	0,3
0,4	356	502	577	652	729	795	869	942	1016	1090	0,4
0,5	360	511	587	663	738	814	890	964	1042	1117	0,5
0,6	359	514	592	671	749	827	904	983	1061	1139	0,6
0,7	353	512	591	671	750	830	910	990	1070	1150	0,7
0,8	344	506	588	669	749	830	911	991	1072	1153	0,8
0,9	330	494	576	659	742	822	905	986	1068	1150	0,9
1,0	312	479	562	646	728	812	896	979	1062	1146	1,0
1,1	291	460	545	630	714	797	881	966	1050	1136	1,1
1,2	266	436	521	606	691	776	861	946	1032	1116	1,2
1,3	237	409	495	589	667	752	839	925	1011	1097	1,3
1,4	205	379	465	551	638	725	811	898	985	1076	1,4
1,5	169	344	431	517	606	693	780	866	953	1040	1,5
1,6	130	306	392	491	670	658	746	833	921	1008	1,6
1,7	86	262	351	439	527	616	704	792	881	969	1,7
1,8	39	217	306	395	483	572	661	749	837	934	1,8
1,9	— 10	169	258	348	436	526	615	704	793	882	1,9
2,0	— 65	114	204	286	383	473	563	653	743	833	2,0
2,1	— 121	59	149	239	329	420	510	600	690	780	2,1
2,2	— 181	0	91	182	272	362	453	544	635	726	2,2
2,3	— 245	— 70	27	120	209	300	391	481	572	663	2,3
2,4	— 311	— 129	— 39	53	144	235	326	416	507	598	2,4
2,5	— 382	— 200	— 108	— 17	75	167	258	350	441	533	2,5
2,6	— 456	— 273	— 182	— 90	2	93	185	276	368	460	2,6
2,7	— 535	— 351	— 260	— 168	— 75	16	107	199	291	382	2,7
2,8	— 615	— 431	— 339	— 248	— 154	— 62	— 31	62	154	246	2,8
2,9	— 705	— 521	— 428	— 337	— 240	— 151	— 61	33	126	218	2,9
3,0	— 787	— 602	— 510	— 417	— 325	— 232	— 140	— 47	45	137	3,0

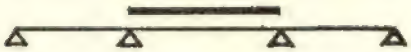
Tabela II $M_2^a = -p\,l^2 \cdot C$

k	VALORES DE C EM DEZ MILÉSIMAS PARA OS DE α SEGUINTES:										h
	0,0	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	
0,0	1111	1555	1777	2000	2222	2444	2666	2888	3110	3333	0,0
0,1	953	1334	1524	1715	1905	2096	2286	2477	2667	2858	0,1
0,2	916	1249	1415	1582	1748	1915	2081	2248	2414	2581	0,2
0,3	781	1077	1225	1373	1521	1669	1817	1965	2113	2261	0,3
0,4	721	987	1120	1254	1387	1520	1653	1787	1920	2053	0,4
0,5	698	940	1061	1182	1303	1424	1545	1666	1787	1908	0,5
0,6	706	928	1039	1150	1261	1372	1483	1594	1705	1816	0,6
0,7	733	938	1041	1143	1246	1348	1451	1553	1655	1757	0,7
0,8	780	970	1065	1160	1255	1350	1445	1540	1635	1730	0,8
0,9	848	1025	1114	1203	1292	1381	1470	1559	1648	1737	0,9
1,0	937	1104	1187	1270	1353	1436	1519	1602	1685	1768	1,0
1,1	1042	1198	1276	1354	1432	1510	1588	1666	1744	1822	1,1
1,2	1170	1318	1392	1466	1540	1614	1688	1762	1836	1910	1,2
1,3	1313	1453	1523	1593	1663	1733	1803	1873	1943	2013	1,3
1,4	1475	1608	1674	1741	1807	1874	1940	2007	2073	2140	1,4
1,5	1655	1782	1845	1909	1972	2036	2099	2163	2226	2290	1,5
1,6	1852	1973	2033	2094	2154	2215	2275	2336	2396	2457	1,6
1,7	2069	2185	2243	2301	2359	2417	2475	2533	2591	2649	1,6
1,8	2302	2411	2466	2522	2577	2633	2688	2744	2799	2855	1,8
1,9	2550	2656	2709	2762	2816	2869	2922	2975	3029	3082	1,9
2,0	2822	2924	2975	3026	3077	3128	3179	3230	3281	3336	2,0
2,1	3105	3204	3253	3302	3352	3401	3450	3499	3548	3597	2,1
2,2	3411	3506	3553	3601	3648	3695	3743	3791	3838	3866	2,2
2,3	3726	3818	3864	3910	3956	4002	4048	4094	4140	4186	2,3
2,4	4060	4149	4193	4238	4282	4327	4371	4416	4461	4506	2,4
2,5	4415	4501	4544	4587	4630	4673	4716	4759	4802	4845	2,5
2,6	4683	4866	4908	4949	4991	5032	5074	5115	5157	5198	2,6
2,7	5172	5253	5293	5333	5374	5414	5454	5495	5535	5575	2,7
2,8	5575	5653	5692	5731	5770	5809	5848	5887	5926	5975	2,8
2,9	6023	6099	6137	6175	6213	6251	6289	6327	6365	6403	2,9
3,0	6435	6509	6546	6583	6620	6657	6694	6731	6768	6805	3,0

Tabela III $M_1^b = -p\,l^2 \,.\, C$

h	VALORES DE C EM DEZ MILÉSIMAS PARA OS DE α SEGUINTES:										k
	0,0	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	
0,0	278	278	278	278	278	278	278	278	278	278	0,0
0,1	309	309	309	309	309	309	309	309	309	309	0,1
0,2	323	322	322	322	322	322	321	321	320	320	0,2
0,3	346	345	343	342	341	341	340	338	337	336	0,3
0,4	356	352	350	348	346	344	342	340	338	336	0,4
0,5	360	353	350	346	343	339	336	332	329	325	0,5
0,6	359	347	341	335	329	328	317	311	305	299	0,6
0,7	353	335	326	317	308	299	290	281	272	263	0,7
0,7	344	320	308	296	284	272	260	248	236	224	0,8
0,9	330	298	282	266	250	234	218	202	186	170	0,9
1,0	312	270	249	228	207	186	165	144	123	102	1,0
1,1	291	239	213	187	161	135	109	83	57	31	1,1
1,2	266	202	170	138	106	74	42	10	22	− 54	1,2
1,3	237	160	122	83	45	6	− 32	− 71	− 109	− 148	1,3
1,4	205	114	69	23	− 22	− 68	− 113	− 159	− 204	− 250	1,4
1,5	169	62	9	− 45	− 98	− 152	− 205	− 259	− 312	− 366	1,5
1,6	130	6	− 56	− 118	− 180	− 242	− 304	− 366	− 428	− 490	1,6
1,7	86	− 56	− 127	− 198	− 269	− 340	− 411	− 482	− 553	− 624	1,7
1,8	39	− 123	− 204	− 285	− 366	− 447	− 528	− 609	− 690	− 771	1,8
1,9	− 10	− 192	− 283	− 374	− 465	− 566	− 647	− 738	− 829	− 920	1,9
2,0	− 65	− 270	− 373	− 475	− 578	− 680	− 783	− 885	− 988	−1090	2,0
2,1	− 121	− 349	− 463	− 577	− 691	− 805	− 919	−1033	−1147	−1261	2,1
2,2	− 181	− 434	− 560	− 687	− 813	− 940	−1066	−1193	−1319	−1446	2,2
2,3	− 245	− 525	− 665	− 805	− 945	−1085	−1225	−1365	−1505	−1645	2,3
2,4	− 311	− 618	− 771	− 925	−1078	−1232	−1385	−1539	−1692	−1846	2,4
2,5	− 382	− 718	− 886	−1054	−1222	−1390	−1558	−1726	−1894	−2062	2,5
2,6	− 456	− 822	−1005	−1188	−1371	−1554	−1737	−1920	−2103	2286	2,6
2,7	− 535	− 932	−1131	−1330	−1529	−1728	−1927	−2126	−2325	2524	2,7
2,8	− 615	−1045	−1260	−1475	−1690	−1905	−2120	−2335	−2550	−2765	2,8
2,9	− 705	−1173	−1406	−1639	−1872	−2105	−2338	−2571	−2804	−3137	2,9
3,0	− 787	−1287	−1537	−1787	−2037	−2287	−2537	−2787	−3037	−3287	3,0

Tabela IV $M_2^b = -p\,l^2 . C$

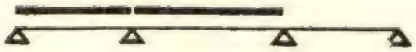


k	VALORES DE C EM DEZ MILÉSIMAS PARA OS DE α SEGUINTES:										k
	0,0	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	
0,0	1111	1111	1111	1111	1111	1111	1111	1111	1111	1111	0,0
0,1	953	953	953	953	953	954	954	954	954	954	0,1
0,2	916	919	920	922	923	925	926	928	929	931	0,2
0,3	781	791	796	801	806	811	816	821	826	831	0,3
0,4	721	742	753	764	775	786	797	808	819	830	0,4
0,5	698	734	752	770	793	811	829	847	865	883	0,5
0,6	706	766	796	826	856	886	916	946	976	1006	0,6
0,7	733	821	865	906	953	997	1041	1085	1129	1173	0,7
0,8	780	902	963	1023	1084	1145	1206	1267	1328	1389	0,8
0,9	848	1010	1091	1172	1253	1334	1415	1496	1577	1658	0,9
1,0	937	1145	1249	1353	1457	1561	1665	1769	1873	1977	1,0
1,1	1042	1302	1432	1562	1692	1822	1952	2082	2212	2342	1,1
1,2	1170	1490	1650	1810	1970	2130	2290	2450	2610	2770	1,2
1,3	1313	1698	1890	2083	2275	2468	2660	2853	3045	3238	1,3
1,4	1475	1931	2159	2387	2615	2843	3071	3299	3527	3755	1,4
1,5	1655	2190	2457	2725	2992	3260	3527	3795	4062	4330	1,5
1,6	1852	2472	2782	3092	3402	3712	4022	4332	4642	4952	1,6
1,7	2069	2782	3138	3494	3850	4206	4562	4918	3274	5630	1,8
1,8	2302	3112	3517	3922	4327	4732	5137	5542	5947	6352	1,8
1,9	2550	3463	3918	4374	4829	5285	5740	6196	6651	7107	1,9
2,0	2822	3848	4361	4874	5387	5900	9413	6926	7439	7952	2,0
2,1	3105	4247	4818	5389	5960	6531	7102	7673	8244	8815	2,1
2,2	3411	4680	5314	5949	6583	7218	7852	8487	9121	9746	2,2
2,3	3726	5124	5823	6522	7221	7920	8619	9318	10017	10716	2,3
2,4	4060	5595	6362	7130	7897	8665	9432	10200	10967	11735	2,4
2,5	4415	6095	6935	7775	8615	9455	10795	11635	12475	13315	2,5
2,6	4783	6613	7528	8443	9358	10273	11188	12103	13028	13943	2,6
2,7	5172	7162	8156	9150	10144	11138	12132	13126	14120	15114	2,7
2,8	5575	7727	8803	9879	10955	12031	13107	14183	15259	16335	2,8
2,9	6023	8355	9521	10687	11853	13019	14185	15351	16517	17683	2,9
3,0	6435	8935	10185	11435	12685	13935	15185	16435	17685	18935	3,0

Tabela V $M_1^c = -p\,l^2 \,.\, C$

k	VALORES DE C EM DEZ MILÉSIMAS PARA OS DE α SEGUINTES:										k
	0,0	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	
0,0	278	389	444	500	555	611	666	722	777	833	0,0
0,1	309	429	489	549	609	669	729	789	849	909	0,1
0,2	323	449	512	575	638	701	767	827	890	953	0,2
0,3	346	476	541	606	671	736	801	866	931	996	0,3
0,4	356	482	548	614	680	740	812	878	944	1010	0,4
0,5	360	494	561	628	695	762	829	896	963	1030	0,5
0,6	359	491	557	623	989	755	821	887	953	1019	0,6
0,7	353	483	548	613	678	743	808	873	938	1003	0,7
0,8	344	470	533	596	659	722	785	848	911	974	0,8
0,9	330	450	510	570	630	690	750	810	870	930	0,9
1,0	312	425	481	538	594	651	707	764	820	877	1,0
1,1	291	395	447	499	551	603	655	707	759	811	1,1
1,2	266	360	407	454	501	548	595	642	689	736	1,2
1,3	237	320	361	403	444	486	527	569	610	652	1,3
1,4	205	275	310	345	380	415	450	485	520	555	1,4
1,5	169	225	253	281	309	337	365	393	421	469	1,5
1,6	130	172	193	214	235	256	277	298	319	340	1,6
1,7	86	109	120	132	143	154	165	177	188	200	1,7
1,8	39	44	46	48	50	52	54	56	58	60	1,8
1,9	— 10	— 25	— 32	— 40	— 47	— 55	— 62	— 70	— 77	— 85	1,9
2,0	— 65	— 101	— 119	— 137	— 155	— 173	— 191	— 209	— 227	— 245	2,0
2,1	— 121	— 180	— 209	— 239	— 268	— 298	— 327	— 357	— 386	— 416	2,1
2,2	— 181	— 264	— 305	— 347	— 388	— 430	— 471	— 513	— 554	— 596	2,2
2,3	— 245	— 353	— 407	— 461	— 515	— 569	— 623	— 677	— 731	— 785	2,3
2,4	— 311	— 446	— 513	— 581	— 648	— 716	— 783	— 851	— 918	— 986	2,4
2,5	— 382	— 545	— 626	— 708	— 789	— 871	— 952	—1034	—1115	—1197	2,5
2,6	— 456	— 648	— 744	— 840	— 936	—1032	—1128	—1224	—1320	—1416	2,6
2,7	— 535	— 759	— 871	— 983	—1095	—1207	—1319	—1431	—1543	—1655	2,7
2,8	— 615	— 871	— 999	—1127	—1255	—1383	—1512	—1639	—1767	—1895	2,8
2,9	— 705	— 996	—1143	—1290	—1437	—1583	—1730	—1876	—2023	—2169	2,9
3,0	— 787	—1111	—1273	—1435	—1597	—1759	—1921	—2083	—2245	—2407	3,0

Tabela VI $M_2^c = -p\,l^2 \,.\, C$

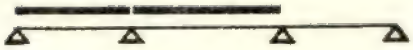


k	VALORES DE C EM DEZ MILÉSIMAS PARA OS DE α SEGUINTES:										k
	0,0	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	0,2	
0,0	1111	1555	1777	2000	2222	2444	2666	2888	3110	3333	0,0
0,1	953	1355	1556	1757	1958	2159	2360	2561	2762	2963	0,1
0,2	916	1286	1471	1656	1841	2026	2211	2396	2581	2766	0,2
0,3	781	1129	1303	1477	1651	1825	2000	2174	2348	2522	0,3
0,4	721	1057	1225	1393	1561	1729	1897	2065	2233	2401	0,4
0,5	698	1030	1196	1362	1528	1694	1860	2026	2192	2358	0 5
0,6	706	1044	1213	1382	1551	1720	1889	2058	2127	2396	0,6
0,7	733	1083	1258	1433	1608	1783	1958	2133	2308	2483	0,7
0,8	780	1150	1335	1520	1705	1890	2075	2260	2445	2530	0,8
0,9	848	1246	1445	1644	1843	2043	2242	2441	2640	2839	0,9
1,0	937	1371	1588	1805	2022	2239	2456	2673	2890	3107	1,0
1,1	1042	1518	1756	1994	2232	2470	2708	2946	3184	3422	1,1
1,2	1170	1698	1962	2226	2490	2754	3018	3282	3546	3810	1,2
1,3	1313	1897	2189	2481	2773	3065	3357	3649	3941	4233	1,3
1,4	1475	2123	2447	2771	3095	3419	3743	4067	4391	4715	1,4
1,5	1655	2375	2735	3095	3455	3815	4175	4535	4895	5255	1,5
1,6	1852	2650	3049	3448	3847	4246	4645	5044	5443	5842	1,6
1,7	2069	2953	3395	3837	4279	4721	5163	5605	6047	6489	1,7
1,8	2302	3278	3766	4254	4742	5230	5718	6206	6694	7182	1,8
1,9	2550	3624	4161	4698	5235	5772	6309	6846	7383	7920	1,9
2,0	2822	4005	4596	4188	5779	6371	6962	7554	8145	8737	2,0
2,1	3105	4398	5045	5693	6340	6988	7635	8283	8930	9578	2,1
2,2	3411	4825	5532	6239	6946	7653	8360	9067	9774	10481	2,2
2,3	3726	5268	6039	6810	7581	8352	9123	9894	10665	11436	2,3
2,4	4060	5734	6571	7408	8245	9082	9919	10756	11593	12430	2,4
2,5	4415	6231	7139	8047	8955	9863	10771	11679	12587	13495	2,5
2,6	4783	6745	7726	8707	9688	10669	11650	12631	13612	14593	2,6
2,7	5172	7290	8349	9408	10459	11518	12577	13636	14695	15754	2,7
2,8	5575	7853	8992	10131	11270	12409	13548	14687	15826	16965	2,8
2,9	6023	8479	9707	10935	12163	13391	14619	15847	17085	18313	2,9
3,0	6435	9055	10365	11675	12985	14295	15605	16915	18225	19535	3,0

Tabela VII $M_3^c = p\ l^2 \cdot C$

k	VALORES DE C EM DEZ MILÉSIMAS PARA OS DE α SEGUINTES:										k
	0,0	**0,4**	**0,6**	**0,8**	**1,0**	**1,2**	**1,4**	**1,6**	**1,8**	**2,0**	
0,0	1111	1111	1111	1111	1111	1111	1111	1111	1111	1111	0,0
0,1	953	933	923	913	903	893	883	873	863	853	0,1
0,2	916	886	871	856	841	826	811	796	781	766	0,2
0,3	781	750	735	719	704	688	673	657	642	626	0,3
0,4	721	694	681	667	654	640	627	613	600	586	0,4
0,5	698	682	674	666	658	650	642	634	626	618	0,5
0,6	706	710	712	714	716	718	720	722	724	726	0,6
0,7	733	764	779	795	810	826	841	857	879	888	0,7
0,8	780	843	874	906	937	969	1000	1032	1063	1095	0,8
0,9	848	899	924	950	975	1001	1026	1051	1076	1102	0,9
1,0	937	1086	1160	1235	1309	1384	1458	1533	1607	1682	1,0
1,1	1042	1242	1342	1442	1542	1642	1742	1842	1942	2042	1,1
1,2	1170	1431	1561	1692	1822	1953	2083	2214	2344	2475	1,2
1,3	1313	1639	1802	1965	2128	2291	2454	2617	2780	2943	1,3
1,4	1475	1873	2072	2271	2470	2669	2868	3067	3266	3465	1,4
1,5	1655	2131	2369	2607	2845	3083	3321	3559	3797	4035	1,5
1,6	1852	2415	2696	2978	3259	3541	3822	4104	4385	4667	1,6
1,7	2069	2724	3051	3379	3706	4034	4361	4689	5016	5344	1,7
1,8	2302	3056	3433	3810	4187	4564	4941	5318	5695	6072	1,8
1,9	2550	3408	3837	4266	4695	5124	5553	5982	6411	6840	1,9
2,0	2822	3794	4280	4766	5252	5738	6224	6710	7196	7682	2,0
2,1	3105	4195	4740	5285	5830	6375	6920	7465	8010	8555	2,1
2,2	3411	4652	5272	5891	6511	7132	7752	8373	8993	9614	2,2
2,3	3726	5072	5745	6418	7091	7764	8437	9110	9783	10456	2,3
2,4	4060	5544	6286	7028	7770	8512	9254	9996	10738	11480	2,4
2,5	4415	6045	6860	7675	8490	9305	10120	10935	11750	12565	2,5
2,6	4783	6564	7459	8345	9235	10126	11016	11907	12797	13688	2,6
2,7	5172	7112	8082	9052	10022	10992	11962	12932	13902	14872	2,7
2,8	5575	7679	8731	9783	10835	11887	12939	13991	14043	15095	2,8
2,9	6023	8309	9452	10595	11738	12881	14024	15167	16310	17453	2,9
3,0	6435	8889	10116	11343	12570	13797	15024	16251	17478	18705	3,0

Tabela VIII $M_4^c = p \cdot l^2 C$



h	VALORES DE C EM DEZ MILÉSIMAS PARA OS DE α SEGUINTES:										h
	0,0	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	
0,0	278	278	278	278	278	278	278	278	278	278	0,0
0,1	309	313	315	317	319	321	323	325	327	329	0,1
0,2	323	329	332	335	338	341	344	347	350	353	0,2
0,3	346	352	355	358	361	364	367	370	373	376	0,3
0,4	356	361	364	366	369	371	374	376	379	381	0,4
0,5	360	363	364	366	367	369	370	372	373	375	0,5
0,6	359	358	358	357	357	356	356	355	355	354	0,6
0,7	353	347	344	341	338	335	332	329	326	323	0,7
0,8	344	332	326	320	314	308	302	296	290	284	0,8
0,9	330	310	300	290	280	270	260	250	240	230	0,9
1,0	312	282	267	252	237	222	207	192	177	162	1,0
1,1	291	251	231	211	191	171	151	131	111	91	1,1
1,2	266	214	188	162	136	110	84	58	32	6	1,2
1,3	237	172	140	107	75	42	10	— 23	— 55	— 88	1,3
1,4	205	125	85	45	5	— 35	— 75	— 115	— 155	— 195	1,4
1,5	169	73	25	— 23	— 71	— 119	— 167	— 215	— 263	— 311	1,5
1,6	130	18	— 38	— 94	— 150	— 206	— 262	— 318	— 374	— 430	1,6
1,7	86	— 45	— 110	— 176	— 241	— 307	— 372	— 438	— 503	— 569	1,7
1,8	39	— 112	— 187	— 263	— 338	— 414	— 489	— 565	— 640	— 716	1,8
1,9	— 10	— 182	— 268	— 354	— 440	— 526	— 612	— 698	— 784	— 870	1,9
2,0	— 65	— 259	— 356	— 453	— 550	— 647	— 744	— 841	— 938	—1035	2,0
2,1	— 121	— 339	— 448	557	— 666	— 775	— 884	— 993	— 1102	—1211	2,1
2,2	— 181	— 424	— 545	— 667	— 788	— 910	—1031	—1153	—1274	—1396	2,2
2,3	— 245	— 515	— 650	— 785	— 920	—1055	—1190	—1325	—1460	—1595	2,3
2,4	— 311	— 608	— 756	— 905	—1053	—1202	—1350	—1499	—1648	—1796	2,4
2,5	— 382	— 708	— 871	—1034	—1197	—1360	—1523	—1686	—1849	—2012	2,5
2,6	— 456	— 812	— 990	—1168	—1346	—1524	—1702	—1880	—2058	—2236	2,6
2,7	— 535	— 923	—1117	—1311	—1505	—1699	—1893	—2087	—2281	—2495	2,7
2,8	— 615	—1036	—1246	—1457	—1667	—1878	—2088	—2299	—2509	—2720	2,8
2,9	— 705	—1162	—1390	—1619	—1847	—2076	—2304	—2533	—2761	—2990	2,9
3,0	— 787	—1277	—1522	—1767	—2012	—2255	—2500	—2745	—2990	—3235	3,0

Turbinas de pequena potência para aumentar a capacidade de centrais industriais

C. D. 621.165

Muitas instalações industriais possuem centrais a vapor próprias para cobrir as suas necessidades em corrente eléctrica. Esse caso dá-se principalmente quando consomem, além da corrente eléctrica, vapor ou água para aquecimento.

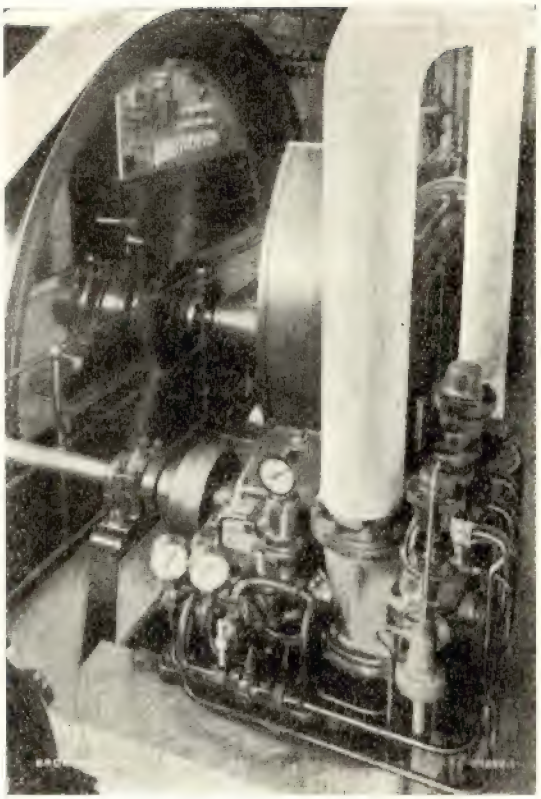
O aumento da produção, originando uma ampliação progressiva das fábricas, torna necessário aumentar também as instalações de fôrça motriz.

A Brown Boveri fabrica turbinas de pequena potência que, graças ao pequeno espaço ocupado, se podem montar nas instalações existentes sem, na maior parte dos casos, ter de alterar as edificações. Elas podem fàcilmente ser postas em paralelo com as outras máquinas, tanto mecânica como elèctricamente, ou do lado vapor.

O esquema da figura 1 (plano duma instalação) mostra, por exemplo, como a potência duma instalação existente poude ser notàvelmente aumentada, muito simplesmente com uma turbina Brown Boveri de pequena potência e como a montagem poude ser racionalmente combinada.

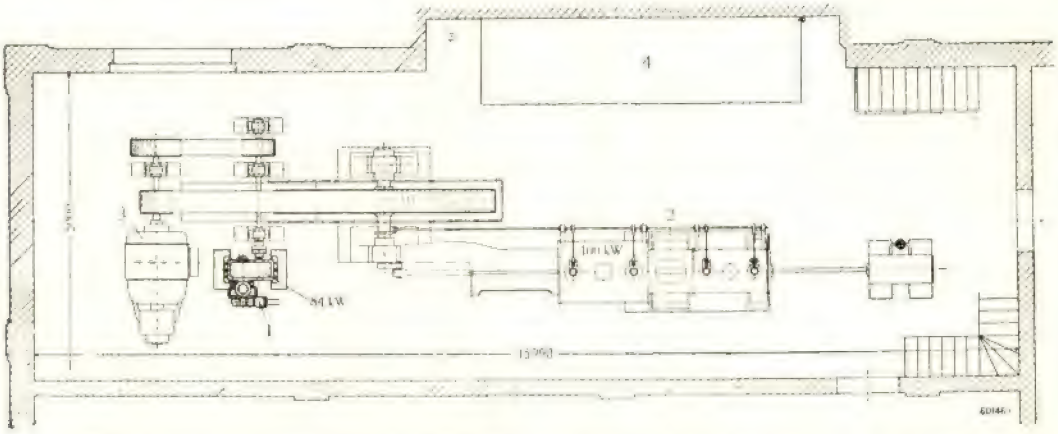
A potência global duma máquina a vapor de cerca de 100 kW e duma central hidráulica já não supria as necessidades de energia eléctrica dessa fábrica.

Além disso, o vapor de escape da máquina não bastava já para a sua utilização em aquecimento, Este facto levou o proprietário a aproveitar numa turbina a nova quantidade de vapor para aquecimento, obtida agora directamente da caldeira. A máquina a vapor toca um alternador construído para uma potência de 180 kW e que, portanto, não tinha sido ainda completamente utilizada.



Vista da turbina de baixa potência e da máquina a vapor com piston (no segundo plano) com o seu volante (à esquerda)

Actualmente a turbina, de 84 KW, trabalha em paralelo com a máquina a vapor, sobre o mesmo alternador atigindo-se portanto a sua potência nominal. O vapor de escape da turbina é empregado a uma pressão de cerca 1,2 kg cm² abs, para o aquecimento.



Máquina a vapor, com piston de 100 kW e uma turbina de baixa potência, de 84 kW, numa instalação industrial

Neste esquema, feito à escala, vê-se a enorme diferença de atravancamento das duas máquinas. O mesmo tipo de turbina, com as mesmas dimensões, pode ser utilizado para potências até 150 kW.

1 — Turbina a vapor 2 — Máquina a vapor 3 — Geradora 4 — Quadro

(De *Brown Boveri*)

NOTAS BIBLIOGRÁFICAS

Bases para orçamentos de instalações eléctricas

Pelo Eng.º JULIÃO SENNA

Volume 5.º da colecção "Memorial do Electricista"
300 págs. — Preço 25$00

C. D. 621.33 : 628.9

Êste volume, conforme à índole da colecção, indica alguns dados práticos sôbre a execução de instalações eléctricas de baixa tensão interiores e exteriores, tanto para iluminação como para fôrça motriz.

Interessa, portanto e em especial, ao montador electricista. Todavia alguma coisa interessa, também, aos engenheiros que tenham de projectar, dirigir ou fiscalizar instalações daqueles tipos.

Estão neste caso as tabelas incluídas no volume e que são bsstante completas e englobam grande número de valores práticos e regulamentares. Especialmente interessantes para o engenheiro são as bases para o estabelecimento de preços compostos dos vários tipos de instalações particulares de baixa tensão e as tabelas de especificações do material usualmente empregado.

Êste material é geralmente, e como sucede aliás nos outros volumes de colecção, referido aos tipos das fábricas Siemens e AEG o que, no entanto, não é inconveniente dada a sua fácil generalização aos tipos de outros fabricantes.

Também de algum interêsse são os elementos práticos fornecidos para os cálculos vulgares de iluminação de interiores.

A linguagem utilizada nem sempre é muito clara e algumas definições técnicas poderiam ser mais precisas sem deixarem de ser elementares.

Muitas gravuras esclarecem profusamente o texto.

J. G.

BIBLIOGRAFIA

Luck — Annual review of biochemistry — 175$00.

Smart — La astronomia la dia — 80$00.

Schultz — Desperfectos y reparaciones de las máquinas eléctricas — 25$00.

W. King — Hidráulica — 270$00.

Barreiro — Química-física, vol. 1 — 200$00.

Massó — Construcciones urbanas y rurales — 240$00.

Gomis — Diccionário enciclopédio de rádioeléctricidade, n.º 1 — 60$00.

Laboureur — Cours de calcul mathématique — 172$00.

Diels — Manual de química orgánica — 180$00.

Macchia — La protection phosphatique des métaux — 100$00.

Eggert — Trité de chimie physique, tome, II — 300$00.

Rocha — Centro de Estudos de Engenharia Civil, publicação n.º 1: Estudo das estruturas hiperestáticas pelos teoremas de Castigliano e pelo método de Beggs — 30$00.

Reis — Centro de Estudos de Engenharia Civil, publicação n.º 2: O «Medidor de Momentos» e a sua aplicação a modelos de estruturas a duas dimensões — 15$00.

Apontamentos de métodos gerais físicos e químicos de análise (Publicação do Instituto de Ciências Económicas e Financeiras) — 150$00.

PUBLICAÇÕES RECEBIDAS

Não periódicas

Alguns aspectos da geologia dos granitos do Norte de Portugal, por Carlos Teixeira. Publicação da Sociedade Geológica de Portugal.

Comunicações dos Serviços Geológicos de Portugal, Tomo XVV. Direcção Geral de Minas e Serviços Geológicos.

Periódicas

AMÉRICA

O ENGENHEIRO WESTINGHOUSE — Outubro de 1945.

ARGENTINA

BOLETIM DO INSTITUTO ARGENTINO DE RACIONALIZACION DE MATERIALES — Maio de 1945

EL INGENIERO — N.os 64. 65.

LA INGENIERIA — Abril, Maio, Junho e Julho de 1945.

CIENCIA E TECNICA — Setembro, Outubro de 1945.

BÉLGICA

L'OSSATURE METÁLLIQUE — Setembro e Outubro de 1945.

BRASIL

ENGENHARIA — Novembro de 1945.

REVISTA POLITECNICA — Julho-Agôsto de 1945.

CHILE

REVISTA DE GAMINOS — Julho-Agôsto de 1945.

ESPANHA

REVISTA DAS OBRAS PUBLICAS — Dezembro de 1945.

DYNA — Novembro e Dezembro de 1945.

CEMENTO — Novembro e Dezembro de 1945.

TÉCNICA METALURGIA — Set.º-Outubro 1945.

INGLATERRA

CIVIL ENGINEERING — Novembro de 1945.

MACHINERY LLOYD — Setembro-Outubro de 1945

PORTUGAL

A ARQUITECTURA PORTUGUESA E CERÂMICA E EDIFICAÇÃO — Setembro de 1945.

AFINIDADES — N.º 13 — 1945.

AGROS — Janeiro-Abril de 1945.

ANAIS DE CLUBE MILITAR NAVAL — Setembro-Outubro de 1945.

BOLETIM DA JUNTA NACIONAL DE CORTIÇA — Outubro de 1945.

BOLETIM DA SOCIEDADE DE GEOGRAFIA DE LISBOA — Setembro-Outubro de 1945.

BROTÉRIA — Dezembro de 1945.

ESTUDOS — Fasc. 10 — 1945.

GAZETA DOS CAMINHOS DE FERRO — N.os 1392 e 1393.

MEDICINA VETERINARIA — Março de 1945.

NEPTUNO — Julho-Dezembro de 1945.

REVISTA DE ARTILHARIA — Dezembro de 1945.

REVISTA DA ORDEM DOS ENGENHEIROS — Setembro e Outubro de 1945.

SEARA NOVA — N.os 958 a 960.

TÉCNICA

REVISTA DE ENGENHARIA, DOS ALUNOS DO I. S. T.

DIRECTOR: ANTÓNIO BUSTORFF.

ADMINISTRADOR: FERNANDO MANZANARES ABECASSIS.

BIBLIOTECÁRIO: FERNANDO JÂCOME DE CASTRO.

CORPO REDACTORIAL: JOÃO BARATA GALVÃO. HENRIQUE MARQES PEREIRA. EDUARDO CANSADO DE CARVALHO. JOSÉ PAIS GROMICHO. ALFREDO NOBRE DA COSTA.

Propriedade e Edição da A. E. I. S. T.

Arquitectura

C. D. 727.75

Sala de trabalho.

Arquitectura Portuguesa; n.º 123; Julho 1945.

C. D. 02/09

La técnica en las bibliotecas modernas — *Anastasio Ruiz Barrero.*

Dyna, Outubro de 1945; pág. 530.

Metalurgia

C. D. 669.16 + 621.365

Primeras materias de la industria siderúrgica — *Manuel Mendez de Vigo.*

Hornos eléctricos para la reducción de miñerales de hierro.

Dyna, Julho, Agôsto e Setembro de 1945.

C. D. 669

Résultats des études effectués dans le domaine de la protection de l'acier contre la corrosion — *Maurice Van Rysselberge.*

L'Ossature Métallique; n.º 7-8; Julho-Agôsto 1945.

Química Orgânica

C. D. 668

Los modernos métodos de beneficiar el ácido piroleñoso — *Mariano Lopez Martinez.*

Dyna, Setembro de 1945; pág. 476.

Betão Armado

C. D. 691.32 : 691.54

Creep of Cement, Cement-Mortar and Concrete — By *A. Arnstein and M. Reiner.*

Civil Enginneerig; n.º 471; Setembro 1945.

C. D. 693.55

Progressive concrete shuttering — By *L. E. Hunter.*

Civil Enginneering; n.º 472; Outubro 1945.

C. D. 666.97 : 624.0124

Design of concrete T Beam Floors — *W. Scott Wilson.*

Civil Enginneering; n.º 437; Novembro de 1945, pág. 251.

C. D. 666.942.3

Estudo da relação entre a composição química e a resistência à compressão do cimento Portland — *Paulo Soares de Rapyo.*

Revista Politécnica, São Paulo; Julho de 1945; n.º 147; pág. 73.

Hidráulica Agrícola

C. D. 627.824

Dique Cruz del Eje — *Benjamin A. Reolin.*

Descrição sumária das condições hidrológicas, composição do dique, pormenores de const. descarregadores e seu funcionamento, diques auxiliares.

El Ingeniero, n.º 64-65, ano de 1945; pág. 181.

Trabalhos Marítimos

C. D. 627.23

El trazado de las obras exteriores de los puertos y la conservacion de sus calados — *Pablo Suárez.*

Revista de Obras Públicas; Año XCIII, n.º 2766; 1-10-45; pág. 450.

C. D. 627.82

Las obras de atraque en los puertos nacionales (Conclusão) — *Raul Buich.*

La Ingenieria, Año XLIX; n.º 846; Abril de 1945; n.º 4; pág. 260.

Caminhos de Ferro

C. D. 625.2

Um novo sistema ferroviário — *D. Alejandro Goicœchea Omar.*

Revista da Ordem dos Engenheiros, n.º 21; Setembro de 1945; pág 459.

Estradas

C. D. 625.72

Superelevation in road construction — *R. D. Jennings.*

Civil Engineering, n.º 473; Novembro de 1945; pág. 246.

Construções Civis

C. D. 022.8/.9 : 614.84

Instalaciones de seguridad contra incendios en las bibliotecas — *Mário Viani Pequeño.*

Dyna, Setembro de 1945; pág. 469.

C. D. 624.012.4

Inyección de estruturas de hormigón.

Dyna, Outubro de 1945; pág. 555.

C. D. 621.541

Compressed air in civil enginneering — By *W. Gordon Watson.*

Civil Enginneering, n.º 471; Setembro 1945.

C. D. 624.041 : 69.05

Construcciones con membranas diedricas (Continuação) — *Rodolfo Pick.*

La Ingenieria. Ano XLIX; n.º 846; Abril de 1945; n.º 4; pág. 264.

C. D. 624.051

Nuevo método para determinar mezclas de suelos y su classificación — *Roberto Kurtz.*

La Ingenieria. Ano XLIX; n.º 846; Abril de 1945; n.º 4; pág. 246.

C. D. 624.131

Notas sobre mecanica del suelo (Conclusão) — *Jose A. Jiménez Salas.* Tem Bibliografia.

Revista de Obras Publicas. Año n.º XCIII; n.º 2766; (1-10-945); pág. 471.

C. D. 624.138 : 620.178 Cimento

Mezclas de Suelo-Cemento. Normalización de sus ensayos — *Juan Agustin Valle.*

Informaciones IRAM. Volume IX; n.º 5. Maio; 1945.

C. D. 69

Possibilidades y ventajas de la medida clinometrica en la auscultación de estructuras — *Carlos Benito.*

Revista de Obras Publicas. Año XCIII; n.º 2766 (1-10-945); pág. 441.

C. D. 69.03

Edificios resistentes a bombardeos aérios y explosiones industriales — *Juan Kulik.*

La Ingenieria. Ano XLIX, n.º 846; Abril de 1945; n.º 4; pág. 231.

C. D. 696

La soudure oxy-acétylénique des canalisations d'acier dans le bâtiment — *G. Ancion.*

L'Ossature Metallique, n.ºs 7-8; Julho — Agosto de 1945.

Pontes

C. D. 624.2

Le nouveaux pont de Nevilly, prés de Paris.

L'Ossature Métallique, n.ºs 7-8; Julho-Agôsto 1940.

C. D. 624.2$_0$022

Puente carretera sobre el arroyo Leyes cerca de Santa Fé — *Wilfried Wagner Manslau.*

La Ingenieria. Ano XLIX; n.º 846; Abril de 1945; n.º 4; pág. 252.

C. D. 624.2.09

Los arcos de tablero intermédio (Conclusão) — *César Villalba Granda.*

Revista de Obras Publicas. Ano XCIII; n.º 2766; (1-10-945); pág. 461.

Minas

C. D. 622 : 338

As riquezas mineiras de Angola

Segundo nm relatório do Banco de Angola, relativo a 1944.

Indústria Portuguesa, n.º 210; Agôsto 1945.

Electrotecnia

621.315

Moderno equipamento para correntes portadoras em linhas de transmissão. - O que é e o que faz. — *E. L. Harder.*

O Engenheiro Westinghouse, Outubro de 1945.

C. D. 621.315.5

Normalización de condutores eléctricos — *Tomás F. Lynch.*

Informaciones IRAM, volume; IX n.º 5, Maio de 1945

C. D. 621.327.3

A iluminação de fábricas com lâmpadas de mercúrio de 3.000 voltes — *William H. Kahler.*

O Engenheiro Westinghouse, Outubro de 1945.

C. D. 621.315.6 Electricidade

As novas resinas «Silicene» elevam os limites da temperatura do isolamento — *G. L. Moses.*

O Engenheiro Westinghouse, Outubro de 1945.

C. D. 621.36

O aquecimento por alta frequência e suas aplicações industriais.

O Engenheiro Westinghouse, Outubro de 1945.

Máquinas Eléctricas

C. D. 621.313.1

Resolvendo um problema de voltagem no arranque dos motores — *M. A. Hyde* e *R. E. Marbuny.*

O Engenheiro Westinghouse. Outubro de 1945.

Resistência de Materiais e Estabilidade

C. D. 620.178.1

Ensayos de dureza — *José Apraiz.*

Dyna, Agosto e Setembro de 1945.

Fábrica Nacional de Condutores Eléctricos, L.da

VENDA NOVA — AMADORA

CONDUTORES ELÉCTRICOS

CEL

Fabricados pela indústria nacional segundo as Normas de segurança das instalações de Baixa Tensão

CONCESSIONÁRIOS GERAIS:

SODIL — Sociedade Distribuïdora, L.da

R. NOVA DA TRINDADE, 15-C

LISBOA

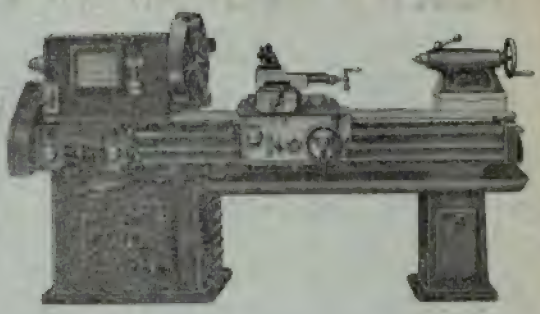
ESTA ILUSTRAÇÃO DÁ A RESPOSTA: Uma variedade de peças torneadas em aço inoxidável U. S. Steel.

O trabalho não reclama artifícios especiais — serve as técnicas estabelecidas nas oficinas mecânicas.
A noção de ser duro de trabalhar o aço inoxidável foi vencida há alguns anos, quando se introduziram os aços U. S. Steel 18-8 FM e U. S. Steel 12-FM. Esses aços inoxidáveis de dosagem especial e de corte livre são conhecidos pelo seu baixo coeficiente de atrito de corte, alta resistência à corrosão, e relativa isenção do inconveniente de emperrar.
Por isso é que podemos afirmar sem vacilações:

Com o Aço Inoxidável U. S. Steel de Corte Livre, pode executar qualquer trabalho que também possa ser realizado com aço Bessemer.

UNITED STATES STEEL EXPORT CO.
30 CHURCH STREET, NOVA YORK 8, E. U. A.
Ao Serviço do Mundo
Representantes: SANTOS MENDONÇA, Ltd. e CASA CAPUCHO (só para tubos)
LISBOA PORTO

TORNOS DE QUALIDADE



Fabricados segundo tolerâncias «Schlesinger», NA ORDEM DO 1/100 mm e empregando aços èspeciais, também de Cr-Ni, os nossos tornos são PELO MENOS TÃO BONS COMO OS MELHORES ESTRANGEIROS

Máquinas de Precisão, Ltd.ª

(Director: Eng. J. d'Arriaga de Tavares)

45, Rua da Boa Vista, 49-1.º

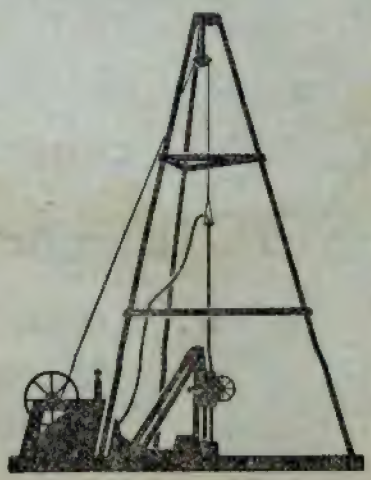
TELEF. 6 1581 LISBOA

Sondages. Etanchements. Consolidations "Procédés Ródio"

Sondagens geológicas
Estudo da resistência e permeabilidade de terrenos; laboratório geofísico
Consolidação e impermeabilização de terrenos e alvenarias por meio de injecções de cimento, produtos químicos, emulsão betuminosa Shellperm, etc.
Estacas de beton armado, sistema **Ródio** sem fazer trepidar o solo
Rebocos comprimidos por «cement gun»
Fundações em terrenos difíceis por congelação artificial, ou baixando o nível da água friática.

Sociedade Anónima com séde em PARIS

As melhores referências no país e no estrangeiro



Engenheiro delegado para Portugal

Walter Weyermann

P. do Município, 32-2.º—LISBOA Tel. 2 8685

S. N. E. P.

Sociedade Nacional de Estudos e Projectos, Lda.

Construções civis
e de cimento armado
Construções industriais
Captações de águas
Indústria mineira

ESCRITÓRIO:

Rua da Madalena, 80, 5.º - Direito / LISBOA

MONTGOMERY WARD

BRITADEIRAS
ENGENHOS DE SERRAR

CHAIN BELT

BETONEIRAS
MOTO MISTURADORES
BOMBAS PARA BETÃO (PUMPCRETE)
BOMBAS CENTRÍFUGAS

PATCH-WEGNER

MÁQUINAS PARA CORTAR E TRABALHAR MÁRMORE, GRANITO, ARDÓSIA, ETC.

DISTRIBUIDORES EXCLUSIVOS:

A. C. ROLIM & CO. LTD.

RUA DOS CORREEIROS, 40, 2.º-D.
LISBOA

Para impermeabilizar terraços, paredes, fundações, etc.

CONTRA A HUMIDADE

FABRICA EM SACAVÉM

TELEFONE 20879 TELEG. EPALDA—LISBOA

Motores eléctricos. Transformadores.
Geradores e alternadores eléctricos.
Ferramentas eléctricas.
Bombas para todos os líquidos e tôdas as profundidades.
Grupos moto-bombas.
Motores de explosão para fins industriais e agrícolas.

Oficinas de:

Reparação e transformação de motores eléctricos e de explosão.
Transformadores e aparelhos eléctricos.

MECANO ELÉCTRICA, L.DA

RUA DA BOA VISTA, 88-94—LISBOA

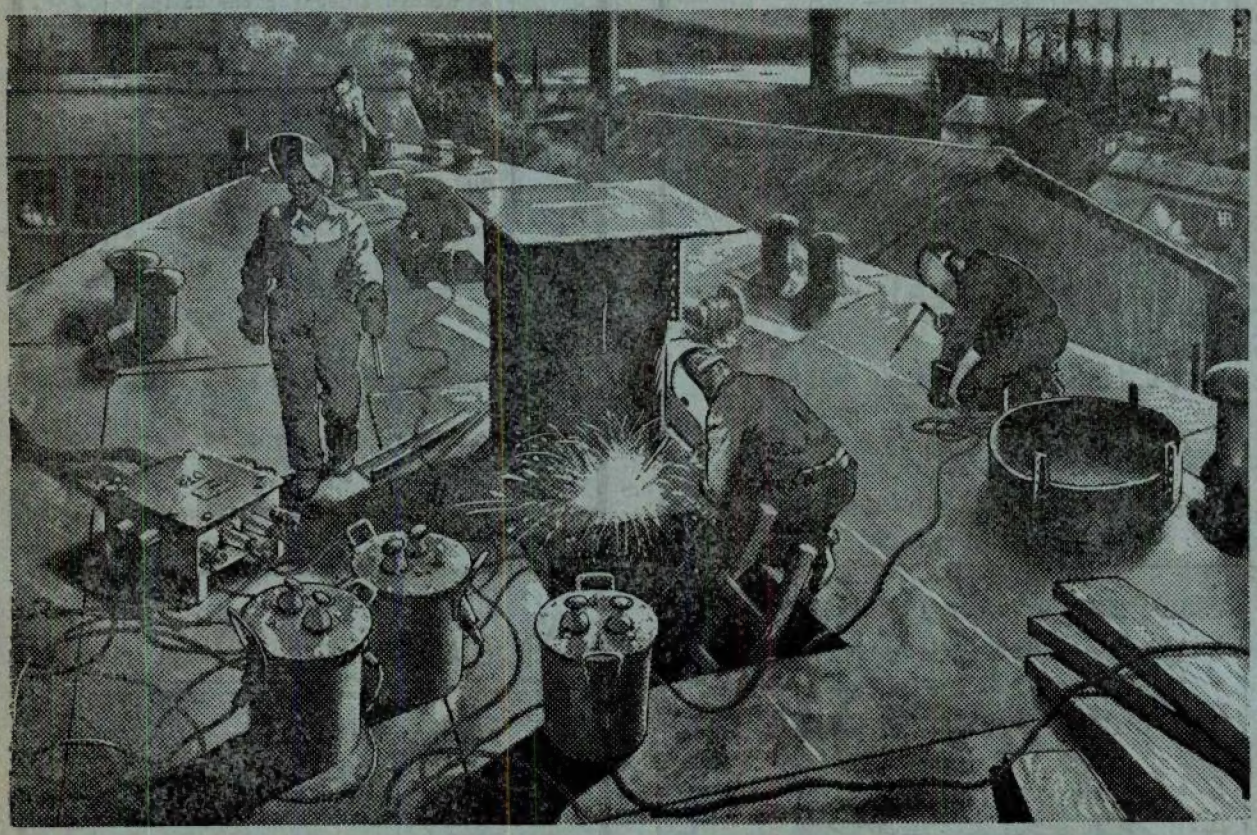
TELEFONE: 22300 Telegramas: MECTRICA

G.E.C.

THE GENERAL ELECTRIC CO. LTD., OF ENGLAND

NA GUERRA COMO NA PAZ

À FRENTE DO PROGRESSO ELÉCTRICO



O equipamento de soldadura eléctrica da G. E. C. tem contribuído grandemente para uso contínuo e expansão de soldadura a arco eléctrico.

Ele tem auxiliado a produção e dado um imenso rendimento à engenharia em estaleiros, oficinas e fábricas com pré-fabricação de trabalhos de aço de todos os géneros.

Sob a urgência de guerra, a técnica e a capacidade produtiva da Indústria Inglesa, tem sido desenvolvida a um grau notável e os vastos recursos da G. E. C. — pioneiros dos estudos eléctricos e feitos técnicos em Inglaterra — teem sido inteiramente concentrados no esforço de guerra.

Da mesma maneira nos urgentes e numerosos problemas surgidos pelas necessidades de guerra, a G. E. C. tem feito importantes melhoramentos técnicos em tôdas as aplicações de electricidade, incluíndo o importante grupo dos electrónicos, os quais serão de inextimável valor para todos os interessados com esquemas para a reconstrução ou desenvolvimento em qualquer parte do mundo.

ESQUEMAS DE ELECTRIFICAÇÃO

Os esquemas da electrificação da G. E. C., foram aplicados em tôdas as indústrias, incluindo: Fábricas de Aviões, Automóveis, Locomotivas, Vagões e Carruagens dos Caminhos de Ferro, e também nas indústrias: Mineira, Química, Téxtil, Ferro, Aço, Cobre e Refinarias de óleo, etc., etc.

THE GENERAL ELECTRIC CO., LTD., MAGNET HOUSE, KINGSWAY, LONDON

REPRESENTANTES:

THE ENGINEERING COMPANY OF PORTUGAL LTD

RUA DOS REMOLARES, 12-1.º — LISBOA

MÁRMORES

aos melhores preços
Em tôdas as aplicações

IIII

A MAIOR PRODUÇÃO DO PAÍS

IIII

Pedidos à

Sociedade dos Mármores de Portugal, L.da

Rua de S. Domingos de Benfica, 63

LISBOA

OFICINAS E LABORATÓRIOS
DO
INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO

As oficinas pedagógicas do Instituto Superior Técnico, de CARPINTARIA DE MOLDE, de INSTRUMENTOS DE PRECISÃO e de ELECTROTÉCNICA, fornecem todo o género de material escolar e de demonstração para o ensino técnico. Nos laboratórios de QUÍMICA ANALÍTICA, FÍSICA INDUSTRIAL e de MINERALOGIA, executam-se análises para o público.

Para quaisquer informações dirigir-se ao secretário da comissão executiva

São garantidos por **10 ANOS** contra o desgaste

MOSAICOS

CAVAN

AZULEJOS

de granulados de mármore

OS MAIS RESISTENTES
OS MAIS ECONÓMICOS

Soc. Portuguesa CAVAN

Rua D. Estefânia, 42
Telefone 47812 | 50129 — Lisboa

FILIAL NO PÔRTO: **RAL, LTD.A**
PRAÇA DA BATALHA, 90, 2.º

SOCIEDADE INDUSTRIAL METALURICA

Responsabilidade Limitada
(REGISTADO)

SERRALHARIAS, CALDEIRARIA, FERRARIA, FUNDIÇÕES

ESCRITÓRIO
Rua de S. Tiago, 13
LISBOA
Telefone 26572

Emprêsa de Sondagens e Fundações

Teixeira Duarte, L.da

Sondagens geológicas

—

Consolidações do solo

—

Impermeabilização de rochas

—

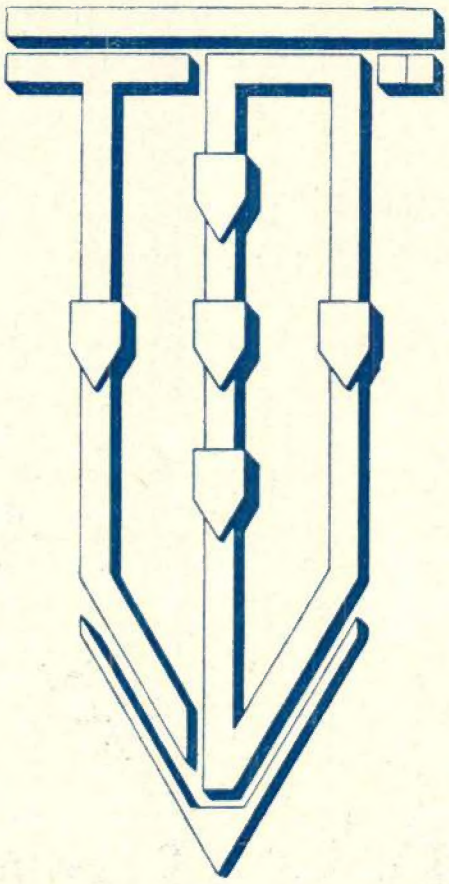
Poços artezianos

—

Rebaixamentos do nível freático

—

Captações de água subterrânea



Fundações de todos os géneros

—

Alicerces económicos

—

Estacas de todos os tipos

—

Consolidação de más fundações

—

Obras hidráulicas

—

Obras subterrâneas

Fundador e Director: **Eng. Ricardo E. Teixeira Duarte**

NOVA SEDE

LISBOA — RUA DA BETESGA, 57, 3.º

TELEFONE 2 3962

SOCIEDADE ANÓNIMA

BROWN, BOVERI & CIE.

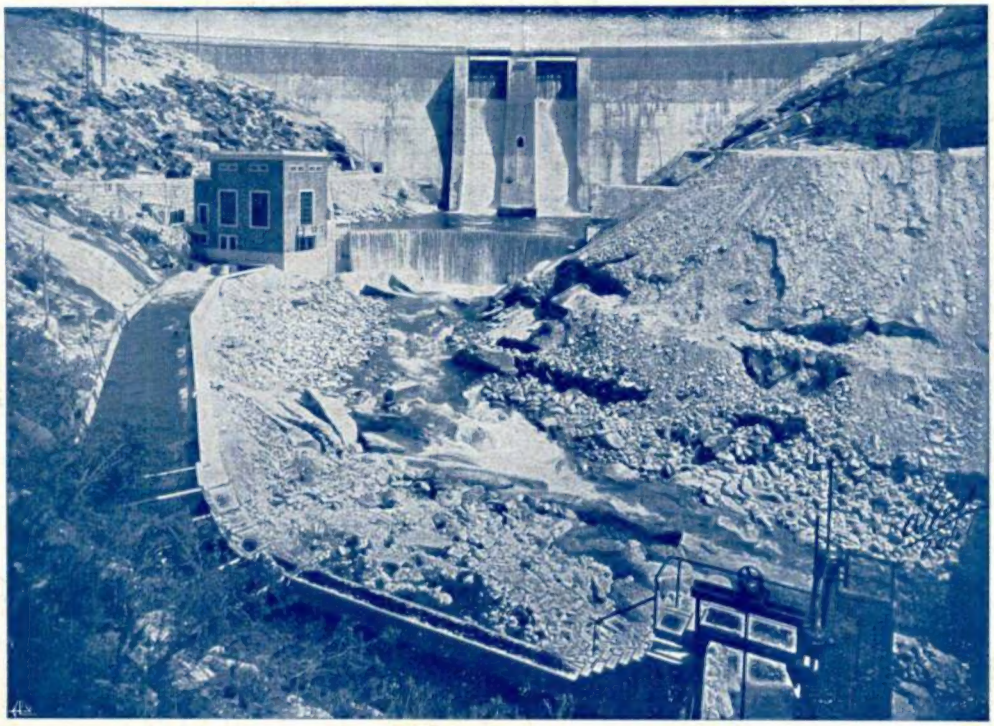
BADEN (SUISSA)

Representante geral para Portugal e Colónias:

EDOUARD DALPHIN

Escritório Técnico: Praça de D. João I, 25, 3.º Dir. // PORTO // Tel. 2411

Máquinas eléctricas, transformadores, mutadores, aparelhos para alta e baixa tensão. Montagem completa de centrais termo e hidro-eléctricas. Electrificação de fábricas e de caminho de ferro. Locomotivas, e auto-motoras eléctricas e Diesel-eléctricas. Máquinas de extracção. Turbinas a vapor. Geradores de vapor Velox. Máquinas frigoríficas. Grupos e transformadores para a soldadura pelo arco. Fornos eléctricos. Comandos eléctricos especiais para tôdas as máquinas utilizadas nas Fábricas de Fiação, Tecelagem Acabamentos, Estamparia, Cimento, Moagem, etc.



Barragem do Ermal, da Companhia Electro-Hidráulica de Portugal, com 20 milhões de metros cúbicos de capacidade da albufeira. Na parte central, duas comportas automáticas, da casa construtora «Ateliers des Charmilles», de 9 × 5 metros, para a evacuação das cheias. Em baixo, a central automática de Guilhofrei (I) com uma turbina vertical tipo Kaplan (Ateliers des Charmilles) de 2750 cavalos e o canal de condução da água à central do Ermal (central II) com uma turbina vertical tipo Francis de 6250 cavalos (Ateliers des Charmilles) e duas horizontais (Escher-Wyss) de 500 e 1500 cavalos. Tôda a parte eléctrica (alternadores, transformadores, aparelhos de 2000 e 30000 Volts) da casa BROWN, BOVERI & Cie.